



الطبعة العربية
الدوريــة الشهــريــة العــالميــة للعــلـوم

787 تسلسلًا جينيًّا تكشف عن الانتشار البشري المبكر

صفحة 51

الحمض النووي للهجرات القديمة

علوم اجتماعية

ما هي مشكلة استطلاعات الرأي؟

لماذا كان التكهُّن بنتيجة الانتخابات الأمريكية الأخيرة صعبًا؟

صفحة 32

تطوير حضري

دور العِلْم في مستقبَل المدن

على الباحثين أن يعملوا معًا؛ لضمان استمرارية العالَم الحضري

صفحة 35

التعليم الجامعي

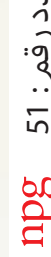
ماذا حدث للمناهج؟

مصدر مفتوح يحتفي بطرق التعليم

صفحة 59

ARABICEDITION.NATURE.COM
ديسمبر 2016 / السنة الخامسة / العدد 51
ISSN 977-2314-55003

ديسمبر 2016 / السنة الخامسة
ARABICEDITION.NATURE.COM
العدد رقم: 51



nature

ديسمبر 2016 / السنــة الخامسة / العـدد 51




Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم في شهر

في هذا العدد من دورية "*Nature* الطبعة العربية"، تجدون مختارات من منشورات دورية *Nature* الدولية في أربعة أعداد أسبوعية، من الخميس الموافق 13 أكتوبر إلى الخميس الموافق 3 نوفمبر 2016. ويضم العدد بين جنباته إضاءات على آفاق تَقَدُّم العلوم، نعرض منها ما يلي:

في قسم "رؤية كونية"، وتحت عنوان "حان الوقت لأَخْذ مسألة الحفظ البيئي بجدية"، يرى آرون إم. إليسون أنه ينبغي على المتخصصين في علم البيئة والمهتمين بالحفاظ على التنوع البيولوجي أن ينغمسوا بدرجة أكبر في مجال السياسة؛ والاستفادة من تجارب مشابِهة في مجال استنزاف طبقة الأوزون، والتغير المناخي؛ لحماية الأنواع المعرَّضة لخطر الانقراض.

وفي قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "إنتاج بويضات فأر داخل المختبر"، نعرض مزيدًا من التفاصيل حول الإنجاز غير المسبوق في مجال علم الأحياء الإنجابية، حيث قام علماء يابانيون بتحويل خلايا جلدية لفأر إلى بويضات في أطباق مختبرية، واستخدموا تلك البويضات لتوليد فئران وَلّادة.

وفي القسم نفسه، موضوع بعنوان "البعوض المصاب يكافح زيكا"، نتعرف على أكبر التجارب حتى الآن لمكافحة فيروس "زيكا"، التي تستضيفها اثنتان من المدن الكبرى في أمريكا الجنوبية، وذلك بإطلاق البعوض الذي يحمل البكتيريا "وُلْبَكْيا" *Wolbachia* – التي تعطِّل قدرة الحشرات على نقل فيروسي "زيكا"، وحمى الضنك، وفيروسات أخرى – على نطاق واسع في مدينتي ريو دي جانيرو بالبرازيل، وميدِلِن بكولومبيا، على امتداد العامين المقبلَين.

وفي قسم "التحقيقات"، وتحت عنوان "أزمة استطلاعات الرأي: كيف تعرف ما يفكر فيه الناس"، نتعرض لنقاط الضعف في مناهج استطلاعات الرأي، مع التغير المستمر في التكنولوجيا والخصائص الديموغرافية، التي ظهرت جلية في الانتخابات الأمريكية الأخيرة، حيث أشارت أغلبها إلى تفوق المرشحة الديمقراطية، هيلاري كلينتون، ليُفاجَأ العالَمُ في النهاية بفوز مرشح الحزب الجمهوري، دونالد ترامب.

كما يحتوى القسم ذاته على موضوع مثير للاهتمام، بعنوان "طفرات مميتة في ضوء معطيات جديدة"، يتناول التغيير الهادئ والمستمر الذي طرأ على علم الوراثة البشرية، بفضل مشروع "رابطة تجميع الإكسوم" ExAC، الذي كشف عن أنّ آلاف الطفرات الجينية مرتبطة بالعجز والمرض، فضلًا عن عشرات الطفرات الأخرى التي قيل إنها خطيرة، أو حتى مميتة، وتَبَيَّن في النهاية أنها حميدة.

وفي قسم "أنباء وآراء"، وتحت عنوان "قياس مساحتنا الضيقة في الحياة" يتناول إس. جاي أولشانسكي تحليلًا إحصائيًّا للسكان، يؤكد وجود حدّ لمدى عمر الإنسان، وأنّ الزيادة في العمر المتوقع من المرجّح أن تتباطأ، أو تتوقف على مدى السنوات القادمة.

وفي القسم ذاته، وتحت عنوان "خمسة وعشرون عامًا من الخلايا الشمسية منخفضة التكلفة"؛ يستعرض محمد نظير الدين إنشاء وتطوُّر الخلايا الشمسية منخفضة التكلفة على مدار 25 عامًا، والتكنولوجيا المرتبطة بها.

أما في قسم "التعليقات"، وتحت عنوان "يجب أن تكون للعلماء كلمة بخصوص مستقبَل المدن"، يطالِب تيمون مكفيرسون وزملاؤه مؤتمر الأمم المتحدة الثالث للمدن العالمية "هابيتات 3" أن يضع في اعتباره رأي العلماء والباحثين، والربط بين العلم والسياسة عند وضْع البرنامج الحضري الجديد؛ لضمان فعاليته ونجاحه.

وفي القسم ذاته، وتحت عنوان "أينشتاين رجل الدولة"، تحتفي نانسي ثورندايك جرينسبان بدراسة عن عالِم الفيزياء الشهير، ألبرت أينشتاين، بصفته شخصيّة عامة مؤثرة، من خلال استعراض كتاب "أينشتاين وسياسات القرن العشرين"، الذي يتعرض لسياسات هذا الفيزيائي، ومبادئه، والتغيرات التي طرأت عليها مع الوقت.

وفي قسم "مهن علمية"، وتحت عنوان " سبر أسرار المناهج الجامعية"، تستعرض آنا ناوُجرودزكي مشروع "مستكشف المنهج المفتوح"، الذي يأمل مؤسسوه في أن يساعد في إتاحة المزيد من المناهج بصورة علنية، وأن يقدم المساعدة لمؤلفي الكتب المدرسية، والمعلمين، ومطوِّري المناهج الدراسية، وكذلك الحوافز لتصميم مواد تدريسية فعّالة، وهو الأمر الذي تغفل عنه المقاييس التقليدية للجهود الأكاديمية بدرجة كبيرة.

محرر أول
القائم بأعمال نائب رئيس التحرير
علياء حامد

المحتويات

ديسمبر 2016 / السنة الخامسة / العدد 51

هـذا الشـهـر

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: arabicedition.nature.com/jobs

أخبــار في دائرة الضــوء



تعليقات





تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

ديسمبر 2016 / السنة الخامسة / العدد 51

أبحـــاث



A GENETIC IMPROVISATION ON A WORLD MAP BY MARKUS KASEMAA

على الغلاف
الانتقـــال
ثلاثة إسهامات دولية تصف 787 جينومًا عالي الجودة لأفراد من تجمُّعات سكانية متنوعة جغرافيًّا. وتقدِّم هذه البيانات أوضح صورة حتى الآن لهجرة الإنسان تاريخيًّا، ونماذج معدلة للخلط الجيني بين الإنسان الحديث وأقاربه من أشباه البشر، بما في ذلك بشر النياندرتال، والدينيسوفان صفحة 51

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هـــذا الشهـــــر

مـداواة ضحـايـا الصـدمـات النفسيـة

تحتاج الدول المضيفة إلى التعامل مع ارتفاع معدلات الاضطرابات النفسية التي يعاني منها اللاجئون، إذا كانت تطمح إلى دَمْجهم في المجتمع بشكل جيد، وهو ما يمكن أن يعود بالنفع أيضًا على مجال الرعاية النفسية في الدول الغنية.

"نحن نستطيع"، هذا ما أعلنته المستشارة الألمانية، أنجيلا ميركل، في ذروة أزمة اللاجئين، في شهر أغسطس من العام الماضي، وأكدت قائلة: "سنتغلب على الصعاب".

لقي هذا الوعد إشادة واسعة النطاق، وأبدى الشعب الألماني ـ بدوره ـ "ثقافة الترحيب"، ولكنْ في غضون شهور قليلة، ومع دخول مئات آلاف أخرى من اللاجئين إلى البلاد، تحولت هذه العبارة إلى طوق ثقيل حول عنق ميركل، ربما يَهوِي بها إلى القاع. وأصبح لزامًا على ثقافة الترحيب الدخول في مواجهة شرسة مع موجة كراهية الأجانب المتنامية، التي اندفعت؛ لتسبق وصول موجات النازحين.

كانت عبارة ميركل تشير ـ بطبيعة الحال ـ إلى الشعب الألماني، الذي صار مطالَبًا بتوفير المسكن، والتعليم، والوظائف للاجئين، وتقديم الخدمات الصحية لهم، إلا أن تحقيق هذا النطاق المكلف من التكيف الاجتماعي سيشكل تحديًا، يفوق ذلك الذي واجهته ألمانيا إبان إعادة التوحيد عام 1990؛ حيث تمثِّل ألمانيا الوجهة الأكثر جذبًا للاجئين في أوروبا.

ورغم أن مسؤولية مواجهة الأزمة تقع على عاتق اللاجئين أيضًا، فإن النِّقاش العام المحموم بشأن هذه الأزمة يتجاهل ـ بقدر كبير ـ الحالة النفسية الهشة للاجئين، فضلًا عن بعض التحذيرات السياسية الملتبسة، التي تتناولهم بشكل سافر، وتتهم بعضهم بأنهم خَطِرون.

يجب على اللاجئين التأقلم مع واقعهم الجديد، الناجم عن خروجهم من بلادهم؛ هربًا من العنف والخوف، ووصولهم إلى بلد أجنبي خالي الوفاض؛ مما يجعلهم بحاجة إلى عقول مستقرة، تساعدهم على اتخاذ قرارات سليمة بشأن المستقبل، على المديين القريب والبعيد، وتفكير مرن، يعِينهم على التكيف مع بيئاتهم الجديدة، المحبطة في أغلب الأحيان. كما يحتاجون إلى تعلُّم أشياء جديدة بسرعة ـ مثل لغة البلد المضيف، على أقل تقدير ـ لتلبية طموح الاندماج السريع، لكن الضغوط الوجودية التي يتعرض لها اللاجئون في بلادهم، وعلى مدار رحلاتهم المحفوفة بالمخاطر، تتسبب في إلحاق خسائر كارثية بعقول كثير منهم.

تطوُّر العلاج

في تحقيق إخباري نشرته دورية *Nature* في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر (بمناسبة احتفال العالم في العاشر من أكتوبر باليوم العالمي للصحة النفسية)، بُحِثَ بعض هذه القضايا، وكان الرقم الذي أبرزه العنوان مخيفًا إلى درجة كبيرة؛ إذ أشارت تقديرات علماء النفس الألمان إلى أن أكثر من نصف اللاجئين الذين وصلوا مؤخرًا إلى ألمانيا قد يكونون مصابين باضطراب كرب ما بعد الصدمة، أو الاكتئاب، أو القلق، أو أي اضطراب نفسي آخر، وهو ما لا يمثل أساسًا جيدًا للتغلب على الصعاب، لا سيما فيما يتعلق باتخاذ القرارات، والتكيف، والتعلم؛ حيث تؤدي هذه الظروف الخاصة بالصحة النفسية إلى الحدّ من القدرات الإدراكية، واستنفاد الطاقة والدافع.

«يجب على اللاجئين التأقلم مع واقعهم الجديد، الناجم عن خروجهم من بلادهم؛ هربًا من العنف والخوف».

ويمتلك أفراد الطواقم الطبية ـ وغيرهم ممن تعاملوا مع المصابين بصدمات نفسية في المناطق النائية التي كانت مسرحًا للحروب، مثل كمبوديا، وفيتنام، وأفريقيا جنوب الصحراء، والبلقان، والشرق الأوسط ـ خبرات جيدة في التعامل مع هذه الحالات. كما نشرت منظمة الصحة العالمية، والمفوضية السامية للأمم المتحدة لشؤون اللاجئين، في العام الماضي، مبادئ توجيهية جديدة، تؤكد أهمية ملاحظة قضايا الصحة العقلية، ومعالجتها. ورغم ذلك تميل الدول المضيفة إلى عدم إدراك الأبعاد الحقيقية للمشكلة، أو تتجه إلى التأكيد على أن المشكلات المتعلقة بالصحة النفسية يمكن معالجتها بعد توطين اللاجئين، لكنّ اللحظة المناسبة لتقديم الدعم تحين دائمًا إبان أوقات الاضطراب. ويبدو هذا منطقيًّا لأسباب عملية، وإنسانية أيضًا؛ وذلك لضمان وصول هؤلاء الذين فقدوا كل احتمالات العودة إلى أوطانهم إلى حالة الاندماج الكامل بسلاسة.

وهناك مُدُن ألمانية تشرع حاليًّا في تنفيذ بعض البرامج الرائدة والبسيطة؛ لتقديم الدعم النفسي، وسوف تحذو السويد هذا الحذو، ولكن أعداد المصابين بالصدمة تتطلب استثمارًا أكبر في جميع أنحاء أوروبا؛ حيث تشير التقديرات الألمانية إلى أن الاتحاد الأوروبي قد سجل 1.4 مليون حالة طلب لجوء إلى دول الاتحاد على مدار ثمانية عشر شهرًا، حتى شهر يونيو الماضي. وربما تَمَكَّن عدد آخر من اللاجئين ـ يُقَدَّر بمئات الآلاف ـ من الدخول إلى دول أوروبا، دون تسجيل.

وفي وقت يجد فيه كثيرٌ من المواطنين أنفسهم صعوبة في الحصول على خدمات الصحة النفسية، يصعب الترويج لفكرة إعطاء الوافدين الجدد الأولوية. ولذا.. فمن المهم مراعاة مردود ذلك على المجتمع بوجه عام.

تعيش أعداد هائلة من اللاجئين المصابين بصدمات نفسية من الشرق الأوسط وأفريقيا داخل مخيمات، في دول تعاني من ندرة في الأطباء النفسيين، إضافة إلى أعداد أخرى لا تزال عالقة في مناطق يشكِّل الوصول إليها خطرًا على عمال الإغاثة. وقد أدى الخوف على مصيرهم إلى تسارع الجهود الرامية إلى تطوير علاجات بسيطة وغير مكلفة، يعتمد بعضها على الإنترنت، أو التطبيقات الحاسوبية، كبدائل (أو مكملات) للعلاجات التقليدية المعتمِدة على الاتصال المباشر. ويقوم أفراد عاديُّون مدرَّبون بإدارة هذه العلاجات؛ لضمان وصولها على نطاق واسع.ذ

ويرغب علماء النفس الإكلينيكي والأطباء النفسيون الآن في إجراء اختبارات ـ على نحو سليم ـ على هذه العلاجات الجديدة، القائمة على أحدث فهْم للعقل والإدراك، التي يتم تطبيقها على اللاجئين في أوروبا. وبغَضّ النظر عن الإغاثة الفورية التي يمكنهم تقديمها، وما يترتب عليها من إتاحة فرص الاندماج بسرعة أكبر، يوجد سببان رئيسان يشجِّعان على اتخاذ هذا الإجراء، أولهما: أن هذه الجهود ستساعد على تحسين العلاجات، وجعْلها أكثر قابلية للتطبيق في جميع مراكز إيواء اللاجئين في أي وقت، وفي أي مكان تندلع فيهما الحروب. أمّا السبب الآخر، فإن هذه الجهود ستساعد على كسر الحواجز التي تَحُول دون تطبيق مناهج علم النفس الإكلينيكي الحديثة في أوروبا، حيث أصبح هذا التخصص يتسم بالمحافظة الشديدة، وعدم نقد الذات. ويُحْجِم كثيرٌ من علماء النفس عن التفكير في قدرة الأجهزة المحمولة، والمناهج القائمة على الإنترنت على إكمال الدور الذي تقوم به العلاجات التقليدية، ويقاومون بشدة أي تصوُّر عن قدرة الآخرين ـ من غير علماء النفس المؤهلين ـ على تقديم المساعدة. ويمكن أيضًا أن تلهم تجربة اللاجئين بإدخال بعض التحسينات على إمكانات الوصول إلى خدمات الصحة النفسية المحلية؛ وذلك عن طريق تفعيل ـ في ظروف الضرورة ـ نظام جديد يعمل بشكل أسرع، ويواجه عوائق أقل.

يمكن أيضًا تعلُّم الكثير من "التوظيف بنظام الزمالة" المعمول به في ألمانيا، المعروف باسم "*Wir zusammen*"، أو "معًا"؛ إذ يمثل الدخول إلى سوق العمل أقوى دليل على الاندماج الناجح، لكن هذا النظام يمكن أن يكون محفوفًا بمشكلات متنوعة، وغير متوقعة. ويتألف هذا النظام من مديرين تنفيذيين مسؤولين عن توفير الوظائف، أو المواقع التدريبية للاجئين، الذين يأتون إلى العمل برفقة مرشدين من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طاقم العمل (أي متطوعين يشرفون على اللاجئين، ويساندونهم في إنجاز المهام الموكلة إليهم، ويمكنهم مرافقتهم في المواعيد الرسمية). ويمكن لهذا الدعم العملي أن يقلِّل من الضغوط المدمِّرة التي تقوِّض الصحة النفسية للاجئين.

إنّ كلمات مثل "معًا"، و"سنتغلب" تمنح المستمعين شعورًا جيدًا، لكنْ يجب عدم وَسْمها بالابتذال؛ فعندما يتعلق الأمر بالصحة النفسية، تصبح هذه مثل هذه الكلمات مكونًا جوهريًّا. ■

نجــاح ســاحــق

إنّ فَقْد المركبة الفضائية "إكسو مارس" ExoMars ليس كارثة، بل هو فرصة للتعلم.

لا يمكن وصف هبوط مسبار فضائي على كوكب آخر بأنه عمل روتيني، إلا أن المسؤولين في وكالة الفضاء الأوروبية "ESA" بدت عليهم حالة من الهدوء غير المعتاد، قبل محاولة الهبوط على كوكب المريخ في نهاية الأسبوع الثالث من أكتوبر الماضي. ورغم وصف المهمة صراحةً بأنها اختبار لقدرة أوروبا على إتقان بعض التقنيات المعقدة (أو ربما لأنها كانت مجرد اختبار عادي)، لم يتسرب إلى المسؤولين سوى قدر قليل من القلق الذي عادةً ما يصاحب لحظات الهبوط على سطح المريخ. وربما انتقلت هذه الثقة إلى المركبة الفضائية، التي يبدو أنها بعد التخلص من المظلة الخاصة بها اعتقدت خطأً أنها قد هبطت بأمان؛ فأوقفت دافعات المكابح قبل الوصول إلى السطح بكيلومترين على الأقل.

ومع مثول هذا المقال للطبع؛ لنشره في دورية *Nature* في آخر شهر أكتوبر الماضي، كان المسؤولون في الوكالة لا زالوا مترددين بشأن إعلانهم تحطُّم المسبار، لكن يبدو أننا نستطيع القول إنّ خللًا أصاب أحد أجهزة الاستشعار، أو الحواسيب، يشير إلى أن المسبار "شياباريلي" Schiaparelli قَطَعَ المسافة المتبقية بسرعة فاقت التوقعات نوعًا ما، ووصل إلى محطته الأخيرة بسرعة تقترب من سرعة "القطار الطَّلْقَة". في الواقع، رصدت مركبة الفضاء الاستطلاعية التابعة لوكالة "ناسا"، التي تدور في فلك المريخ ما بدا أنه منطقة ارتطام، تبلغ مساحتها 15 × 40 مترًا.

على أية حال، ليس أمام وكالة الفضاء الأوروبية وقت للنحيب. فكما أشارت دورية *Nature* الطبعة الدولية في أحد صفحات العدد 538، كانت هذه المهمة جزءًا من مهمة "إكسو مارس".. وهو برنامج أوسع نطاقًا، ويتكون من شِقَّين، ويجري تنفيذه بالاشتراك مع وكالة الفضاء الروسية "روس كوزموس" Roscosmos. كان من المفترض أن تستعرض المهمة القدرة على الهبوط على سطح المريخ، قبل انطلاق رحلة ثانية متمثلة في مهمة استكشاف طموحة، مخطَّط إطلاقها في عام 2020. ومن المتوقع أن تشهد الشهور التالية لذلك نشاطًا مضطربًا؛ لتحديد الخطأ الذي اعترى عملية الهبوط، وكيفية إصلاحه. وهنا، عاد القلق يساور العلماء من جديد، وذلك ليس بالأمر السيئ.

«في الفضاء، دائمًا ما تشهد برامج الاستكشاف تلازمًا لافتًا بين الفشل والتقدم».

في الأيام التي أعقبت الحادث، اتسمت الرسالة العامة الصادرة عن وكالة الفضاء الأوروبية بالإيجابية الشديدة. فقد سعى المدير العام للوكالة يوهان ديتريش فورنر، وكذلك سلسلة من البيانات الصحفية نحو تركيز انتباه الرأي العام على أمرين أساسيين، هما: نجاح مهمة المركبة "تريس جاز أوربيتر" Trace Gas Orbiter، وهي السفينة الأم للمسبار "شياباريلي"، التي دخلت مدارًا حول المريخ في اليوم نفسه للتحطم. وفي الحقيقة لقد أرسلت المركبة بيانات كافية؛ لدراسة ما تم بشكل صحيح، والتعرف على الخطأ الذي حدث (وهو ما يناقض ـ على سبيل المثال ـ ما حدث مع مركبة "بيجل 2" Beagle 2، التي كانت تديرها وكالة الفضاء الأوروبية، وتقودها بريطانيا، والتي اختفت في يوم عيد الكريسماس من عام 2003؛ ولم يُحسم مصيرها، حتى تم رصدها على سطح الكوكب بعد حوالي 11 عامًا).

ومِثل هذه الالتفاتات الإيجابية لا يمكن أن تصرف الأنظار عن حقيقة وقوع حادث تحطم مركبة فضائية، حتى لو كانت مجرد اختبار. ورغم ذلك يظل علماء وكالة الفضاء الأوروبية مُحِقِّين حول كون المهمة ناجحة إلى حد كبير. وكبداية تمثِّل المركبة المدارية الجزء الأهم من الناحية العلمية، إذ صُممت لتتبع الأصول المثيرة لغاز الميثان على كوكب المريخ، ولتعمل كمرحِّل اتصالات للمركبة المزمع إرسالها في عام 2020. أما في حالة المسبار "شياباريلي"، فلا يوجد شك أنه من الأفضل لجهاز الاختبار أن يتحطم، ويقدِّم دروسًا مفيدة، بدلًا من أن يُظهِر خللًا قاتلًا فقط أثناء هبوط المسبار الأعلى تكلفةً، أو أثناء أي مهمة مستقبلية أخرى.

ومع ذلك كان لزامًا على مديري وكالة الفضاء الأوروبية ـ في غضون شهرين مما حدث ـ تفسير حالة الفشل العام لعملية الهبوط، وذلك في ثنايا مناقشتهم مستقبل مهمة عام 2020 في اجتماع المجلس الوزاري لهذا العام. وعلى المستوى التقني، من المفترض ألا تكون هناك مشكلة؛ فرغم أن التحقيقات لم تنته بعد، تشير جميع الدلائل حتى الآن إلى أن الفشل سيكون أمرًا يمكن إصلاحه بسرعة وسهولة. أما على المستوى السياسي، فثمة خطر محدق؛ إذ لا تزال المهمة الاستكشافية بحاجة إلى حوالي 300 مليون يورو إضافية (ما يعادل 326 مليون دولار أمريكي) من الخزانة العامة.

ويبدي فورنر – على الأقل أمام الرأي العام - تفاؤلًا مشوبًا بالعناد حول التأثير الضعيف الذي يمكن أن يتركه الحادث على رغبة الوزراء في تقديم الأموال اللازمة. وحين سُئل عن الأمر في أحد المؤتمرات الصحفية؛ رد فورنر قائلًا إنه لا يرى سببًا يمكن أن يدفع الوزراء لاعتبار مهمة عام 2016 أقل نجاحًا مما يعتبرها هو شخصيًّا. أما في الكواليس، فالعلماء أكثر توترًا. فمع استمرار تفشِّي إجراءات التقشف في جميع أنحاء أوروبا، قد يميل السياسيون إلى تفادي صرف ملايين أخرى على مشروعٍ تبدو نسبة المخاطر فيه مرتفعة بشدة.

ورغم ذلك من الخطأ أن ينساق الوزراء وراء هذا التردد؛ ليس فقط لأن الخبرة المكتسبة من حادث تحطم المسبار "شياباريلي" سوف تساعد عملية هبوط "إكسو مارس"، المزمع إجراؤها في عام 2020، وإنما أيضًا لأن المهام شديدة الصعوبة ـ كاستكشاف الفضاء ـ دائمًا ما تشهد تلازمًا لافتًا بين الفشل والتقدم. وربما أسهمت سلسلة النجاحات التي حققتها وكالة الفضاء الأوروبية في الآونة الأخيرة – بما في ذلك مهمة "روزيتا" Rosetta الرائدة، ومستكشف "ليزا" LISA (وهو أول نموذج لرصد موجات الجاذبية) – في جعل مثل هذا الإنجاز يبدو سهلًا، إلا أن حوالي نصف محاولات الهبوط على المريخ تبوء بالفشل؛ وقد تكون المسافة الفاصلة بين الفشل والنجاح فيها ضئيلة للغاية.

وحتى الآن، لم تنجح أي وكالة فضائية أخرى غير وكالة "ناسا" في الهبوط والعمل على المريخ (وصل المسبار السوفيتي "مارس 3" Mars 3 إلى سطح الكوكب في عام 1971، لكنه بث صورًا لمدة عشرين ثانية فقط). ورغم أن فشل المسبار "شياباريلي" ينفي عن أوروبا - حتى الآن - حق ادعاء مشاركتها وكالة "ناسا" في سباق الاكتشافات الكبرى، إلا أنه بدون مهام معينة، مثل "إكسو مارس" 2020، ستفقد أوروبا هذا الحق إلى الأبد. وبرغم أن ميزانية وكالة الفضاء الأوروبية لا ترقى إلى ثلث حجم ميزانية "ناسا"، إلا أن طموحاتها تزداد، كما أن الشعوب الأوروبية ليست أقل نهمًا للعلم والاستكشاف من الشعوب الأمريكية. وأخيرًا، لا ينبغي أن يكون الفشل مبررًا للانسحاب، وإنما يجب أن يكون حافزًا للتقدم إلى الأمام. ■

فلتبحــث أكثــر

مبادرة في مجال العلوم العصبية، تهدف إلى إنهاء مشكلة تَغَيُّب العالِمات عن المؤتمرات.

بشكل نسبي، لا يصل إلى المناصب الأكاديمية العليا في مجالات العلوم إلا عددٌ قليل من النساء. وعند هذه النقطة، تبدأ حلقة مفرغة من التخفي؛ فلا يتاح لهن الوصول كمرشدات للطامحين من العلماء الشباب، ولا يُوجَدْن حين يطلب الصحفيون مقابلة شخص ما من أجل الحصول على رأي علمي سريع، كما يبدو جليًّا أنهن لا يخطرن على بال أحد من منظِّمي المؤتمرات عند إعداد قوائم المتحدثين المزمع دعوتهم إلى الاجتماعات؛ حسبما أوردت مجموعة من علماء الأعصاب المحبطين الذين يحاولون القيام بشيء عملي لحل هذه المشكلة.

بعد أن ضجِرت المجموعة بحضور اجتماعات، معظم المتحدثين المدعوين فيها من الرجال، حتى عند وجود العديد من النساء القديرات اللائي يمكن اختيارهن للحضور، قامت بتأسيس رابطة BiasWatchNeuro لإعداد منهجية أكثر نظامًا؛ لرصد التوزان بين الجنسين في المؤتمرات الأكاديمية، والاحتجاج عليه إذا اختل. ويمكنكم الاطلاع على هذه الرابطة، فهي تفتح الكثير من المدارك.

وباعتبارهم علماء أعصاب ناجحين، فلدى النساء ـ والرجال القلائل أيضًا الواقفين خلف هذه المبادرة القائمة على الإشهار والفضح ـ معرفةٌ بطرق اختيار العيِّنات، دون تحيُّز، وسيُسْعِد الجميع أن يشهدوا مساواة بين الجنسين في قوائم المتحدثين؛ لمقاومة بعض صور التحيز العديدة، التي تعوق تقدُّم النساء، لكنهم يضغطون

بشكل أكثر إصرارًا؛ لتحقيق الحد الأدنى من الاحترام، الذي يتمثل في أن تكون نسبة النساء المدعوات للتحدث في أي اجتماع مساوية ـ على الأقل ـ للمعدل الأساسي للنساء في المجال المعنِيّ.

فعلى سبيل المثال، انتهوا إلى أن المعدل الأساسي للنساء في مجال علوم الأعصاب في المجمل يبلغ 24%، وذلك من خلال النظر في نسبة النساء في كليات الجامعات الأرقى في الولايات المتحدة. كما استخدموا مصادر معلومات أخرى؛ للحصول على المعدل الأساسي لكل مجال فرعي، أحيانًا من خلال الاطلاع على قوائم الحضور في الاجتماعات المهمة، وأحيانًا بالرجوع إلى قائمة المِنَح الصادرة بطلب من الباحث، التي تعدّها معاهد الصحة الوطنية الأمريكية، والتي يمكن البحث فيها باستخدام كلمات مفتاحية، واستخدامها ـ ببساطة ـ لحساب عدد الحاصلين على المنح من الذكور والإناث. وقد تكون لبعض المجالات الفرعية المحددة طُرُق أخرى لحساب المعدل الأساسي.

ومنذ أن بدأوا نشاطهم في شهر أغسطس من العام الماضي، قامت المجموعة بتحديد أكثر من 90 مؤتمرًا. وفي شهر سبتمبر الماضي، انعقد اجتماعان، ظهر فيهما ما أثار غضبهم. كان أحد الاجتماعين يتمحور حول آليات الذاكرة في الصحة والمرض، وهو موضوعٌ يبلغ المعدل الأساسي للنساء فيه 42%، حسب قائمة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية للحاصلين على المنح. ولم يشمل الاجتماع سوى سيدتين فقط، تمت دعوتهما للتحدث ضمن 17 متحدثًا آخر، أي ما نسبته 12% فقط. أما الاجتماع الثاني، فكان يدور حول أدوات وبروتوكولات التعامل مع البيانات الضخمة الخاصة بعلوم الأعصاب، وهو موضوع يندرج تحت علوم الأعصاب الحاسوبية ذات المعدل الأساسي المنخفض، البالغ 17-20 %. ولم يتمكَّن المنظِّمون من العثور على أي امرأة؛ لإدراجها بين المتحدثين المدعوين الـ14.

إذَن، لماذا يحدث هذا؟ من شبه المؤكد أنه ليست هناك رغبة متعمَّدة في إقصاء النساء، لكننا جميعًا تتطور لدينا تحيُّزات، دون إدراك كامل منا، تتشكل بفعل المجتمع الذي نعمل فيه. ففي مجتمعنا العلمي، تميل النساء إلى التخفي؛ ولذا يكمن الأمر في هذه الحلقة المفرغة. فهل تَسَع مبادرات مثل BiasWatchNeuro المساعدة في إنهاء ذلك؟ إن مجرد طرح الموضوع للنقاش المفتوح بهذه المعايير العلمية الواضحة يساعد بقدر كبير. فمثلًا، جرت العادة على أن يهيمن الذكور على المؤتمر الأمريكي المرموق "كوساين" Cosyne، الخاص بعلوم الأعصاب الحاسوبية وعلوم النظم العصبية، إلا أنه بفضل الاعتراضات الجهرية في السنوات القليلة الماضية، أصبحت النِّسَب بين الجنسين دائمًا - بشكل روتيني - أعلى من المعدل الأساسي للمجال. ويُعَدّ ذلك من النماذج المشرِّفة لعمل BiasWatchNeuro. كما تم فضح نظيره الأوروبي "مؤتمرات بيرنشتاين"، الذي دُعيت إليه في العام الماضي سيدة واحدة فقط، وهو ما تَغَيَّر هذا العام، سواءً بسبب استشعار المنظِّمين الحرج، أم بسبب أن BiasWatchNeuro قد منحت النساء ما يلزم من الثقة؛ ليصررن على حقوقهن؛ فبلغت نسبة النساء المدعوات للتحدث في المؤتمر 42%، وهي نسبة تفوق بكثير المعدل الأساسي للمجال، بيد أنه ينبغي ألا يَشْعُر منظِّمو المؤتمرات أنهم قد أدُّوا ما عليهم، إذا ما دعوا عالمة مرموقة؛ ورفضت الدعوة. فالدعوات تغمر أكثر النساء نجاحًا في العلوم، إلا أنه سيكون دائمًا ثمة نساء ناجحات أخريات للاختيار من بينهن، وقد بات أمر تحديدهن سهلًا، فقائمة "آن" (التي أعدَّتها عالمة الأعصاب الحاسوبية آن تشرشلاند، التي تعمل بمعمل كولد سبرينج هاربور في نيويورك) تجمع عالمات الأعصاب الإناث بشكل بسيط، وتقسمهن حسب الموضوع والأقدمية. وفي أوروبا، تحدِّد AcademiaNet النساء العاملات في جميع المجالات العلمية.

وقد اختار مؤسِّسو BiasWachNeuro هذا الاسم، برغم تَوَفُّر الاسم الأبسط BiasWatch.com على الويب؛ حيث كانوا يأملون أن يعمل علماء آخرون معًا؛ لإنشاء BiasWachAnotherdiscipline.com. ومن جانبها، تحثّ دورية *Nature* العلماء على القيام بذلك. وهذا نداء للعالمات الإناث: ليس لديكن شيء تخسرنه، سوى البقاء في الخفاء. ■

تصفية الحســاب الوراثــي

يحتاج الباحثون إلى إعادة تقييم العديد من الروابط المُسَلَّم بها بين الطفرات والأمراض.

تتمثل إحدى النتائج الرئيسة لرابطة تجميع الإكسوم "ExAC" ـ وهي أكبر فهرس للتنوع الوراثي في مناطق ترميز البروتين للجينوم البشري ـ في أن طفرات وراثية عديدة تمت إساءة تصنيفها كطفرات ضارة (M. Lek *et al*. *Nature* **536**, 285–291; 2016). استنتج الباحثون القائمون على هذه الدراسة أن في جينوم كل شخص ما متوسطه 54 طفرة من الطفرات التي تُعَدّ حاليًّا مسبِّبة للأمراض، ولكن من غير المحتمل أن تتسبب حوالي 41 من هذه الطفرات البشرية الشائعة في أمراض خطيرة بالفعل. وستنعكس آثار تلك النتيجة بصورة كبيرة على بعض الناس الذين لديهم مثل هذه المتغيرات، بما يرفع عنهم أحكام الإعدام الوراثية.

يثير ذلك تَحَدِّيَين أمام الباحثين، هما: تمييز الطفرات التي تُعَدّ حاليًّا مُمْرِضة، وهي في الواقع حميدة، وتطبيق اختبارات أكثر صرامة في البحوث المستقبلية، الهادفة إلى البحث عن الأسباب الوراثية للأمراض.

وسيكون العمل على تحديد أيٍّ من الطفرات مرتبطة فعليًّا بالمرض مهمةً طويلة وشاقة. على سبيل المثال، وجد الطبيب ليزلي بيسيكر ـ اختصاصي علم الوراثة من المعهد الأمريكي الوطني لأبحاث الجينوم البشري في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ أن مريضًا أُحيل إليه للتشخيص، لامتلاكه متغيرًا جينيًّا، تم ربطه بالفشل الكلوي. ومع ذلك اتضح أن المتغير كان شائعًا جدًّا في قاعدة بيانات رابطة تجميع الإكسوم، بما يُستبعد معه تَسَبُّبه واقعيًّا في مرض نادر في الكُلى. فحص بيسيكر تتابعات الجينوم من 950 شخصًا من الأشخاص الذين كان قد سبق له أن قام بفك تَتَابُعاتهم في دراسة تُسمى "ClinSeq" (K. L. Lewis *et al*. *PLoS ONE* **10**, e0132690; 2015.) وكان لدى خمسة أشخاص منهم المتغير نفسه، وليس لهم تاريخ طبي للإصابة بمرض الكُلى، مما يشير إلى أن المتغير ربما لا يسبِّب فعلًا هذا المرض. وللتقصي حول الأمر بشكل أكبر، بدأ بيسيكر في التواصل مجددًا مع الخمسة مشاركين الذين يحملون المتغير، ليطلب منهم أن يشاركوا في اختبارات متابَعة؛ للتحقق مما إذا كان لديهم وظائف كُلى طبيعية، أم لا، بما يتضمنه ذلك من جمْع عيِّنات متعددة من البول خلال فترة 24 ساعة.

ولإعادة تقييم الروابط بين الأمراض والطفرات، يجب أن تكون لدى الباحثين حرية الوصول إلى مجموعة من الأشخاص الذين لديهم معلومات وراثية وإكلينيكية معروفة بشكل مفصل، وهذا أمر نادر الوجود، كما أنه يستغرق وقتًا طويلًا، وبعض التكاليف. وتصبح التكلفة مضاعَفة عند تطبيق ذلك على أعداد هائلة من المتغيرات "المُمْرِضة" المشكوك في مصداقيتها، ناهيك عن الضغط الهائل الذي يتعرض له الباحثون في هذا المجال؛ فالمسألة بالغة الحساسية، لا سيما أن علماء الوراثة يُطلب منهم يوميًّا إصدار أحكام حول الأضرار التي يمكن أن تُسَبِّبها الطفرات الموجودة في جينومات المرضى.

«هناك كثيرون لم يَجمعوا ما يكفي من الأدلة، قبل القَطْع بأنّ متغيرًا معينًا ضار».

يأمل بيسيكر في أن تساعد المشروعات القائمة، أو المخطَّط لها، لربط جينومات الناس بسجلاتهم الصحية التفصيلية، في تحقيق هذا الهدف. ومِن بين هذه المشروعات مبادرة الرئيس الأمريكي للطب الدقيق، التي تهدف إلى وضع التسلسل الجيني لمليون أمريكي على الأقل، ومشروع المئة ألف جينوم البريطاني.

تُظْهِر إعادة التفكير في قدرة الطفرات على الإمراض أنّ الباحثين الذين يبحثون عن الطفرات الوراثية المحتمَل تَسَبُّبها في المرض بحاجة إلى توخي الحذر. ويبدو أن كثيرين لم يجمعوا ما يكفي من الأدلة، قبل القَطْع بأنّ متغيرًا معينًا ضار.

بدأت الجهود المبكرة لاكتشاف الأسباب الوراثية للمرض مع العائلات التي تكررت فيها حالة مرضية معينة، جيلًا بعد جيل. ومِن خلال دراسة سجلات الأنساب الممتدة الخاصة بهم، يمكن أن يرصد الباحثون دليلًا قويًّا على أن هناك طفرات تتسبب في المرض. وفي السنوات الأخيرة، استخدم الباحثون أساليب جديدة، مثل البحث عن أدلة على المتغيرات المُمْرِضة، عن طريق البحث عن الطفرات الأكثر شيوعًا في الأشخاص الذين يعانون من مرض ما، ومقارنتها بالطفرات الموجودة لدى الأصحاء. وبات من الواضح أن هناك اختلافات وراثية بشرية عديدة نادرة نسبيًّا، وعندما لا يدرس الباحثون مجموعات كبيرة بما يكفي من الأشخاص المصابين بالمرض، وغير المصابين به، وذلك عند البحث عن الطفرات المُمْرِضة، فمن المرجَّح أن يستنتجوا ـ عن طريق الخطأ ـ أن متغيرات معينة ستظهر فقط في الأشخاص المصابين بالمرض، بينما قد يتبين أنهم لم يبحثوا عنها بما فيه الكفاية عند أشخاص آخرين.

تنعكس هذه الاستنتاجات على أناس حقيقيين، ولذا يجب على الباحثين التصرف على نحو مختلف. فعندما يشتبهون في أن متغيِّرًا مرتبط بالمرض؛ يجب عليهم أن يتحققوا من مدى شيوعه أولًا، وذلك بالاطلاع على قواعد بيانات مثل التي تملكها رابطة تجميع الإكسوم. والأهم من ذلك.. ينبغي عليهم البحث عن أدلّة على أن للطفرة دورًا وظيفيًّا في المرض، قبل الإعلان عن أنها مُمْرِضة. لقد حان وقت تصفية الحساب. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp

رؤية كَوْنيّة

نظرة شخصية على الأحداث



CLARISSE M. HART/HARVARD FOREST

حان الوقت لأَخْذ مسألة الحفظ البيئي بجدية

يجادل **آرون إم. إليسون** بأنه ينبغي على المتخصصين في علم البيئة أن ينغمسوا بدرجة أكبر في مجال السياسة؛ لحماية الأنواع المعرَّضة لخطر الانقراض.

كيف يمكن للعلماء حماية التنوع الحيوي؟ في أعقاب إحصاء تعداد الفيلة العملاقة، الذي أُجري في شهر أغسطس الماضي، والذي كشف عن انخفاض حاد في أعدادها عبر أفريقيا، تعالت صيحات الباحثين المعتادة؛ للمطالبة بمزيد من البيانات ذات الجودة الأعلى. وهم يرون أنه إذا تمكَّنّا ـ فقط ـ من معرفة مواضع وأعداد كل نوع من الأنواع؛ فعندئذ يمكننا أن نأمل في أن نتمكَّن من حفظها، إلا أن ذلك محض هراء.

لن تمكِّننا البيانات الأفضل من إنقاذ الفيلة، أو حيوان وحيد القرن، أو أي نوع آخر. فقد عمل عدد ضخم من الأفراد، والمؤسسات الأكاديمية، والحكومات المحلية والوطنية والإقليمية، وأيضًا المنظمات متعددة الجنسيات وغير الحكومية، على تجميع مثل هذه البيانات على مدى عقود، ومواءمتها، وتنظيمها، وظلوا منهمكين في تلك الأعمال غير المهمة، بينما كان تراثنا البيولوجي يحترق.

لا شك أن بيانات التنوع الحيوي قد تكون مهمة بالنسبة إلى الحفظ البيئي، من أجل اقتراح ترتيب للأولويات، وجذب الانتباه إلى الأنواع المهدَّدة والمعرَّضة لخطر الانقراض، لكن بيانات التنوع الحيوي تلك نادرًا ما تحفِّز عملية اتخاذ القرارات ذات الصلة بالحفظ البيئي؛ بل إنها ـ في أغلب الحالات ـ تُستخدم لتدعيم قرارات تم اتخاذها لأسباب أخرى. ويظهر ذلك في القرارات التي اتخذتها اتفاقية التجارة الدولية تجاه الأنواع الحيوانية والنباتية البرية المعرّضة للخطر "CITES" في الأسبوع الأول من شهر أكتوبر الماضي؛ من أجل تضييق المتاجرة بأنواع سَمَك القرش المعرَّضة لخطر الانقراض، والببغاوات، وحيوان أم قرفة. انجذب خيال المفوضين إلى الانبهار، والكاريزما، والدمى القماشية، بينما دفع الضغط الصحفي والسياسي وحملات وسائل التواصل الاجتماعي نحو اتخاذ هذه القرارات.

وقد أوضح الاجتماعُ العلمي العالمي للشبكة العالمية للأبحاث البيئية طويلة المدى "ILTER" ـ الذي عُقد في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر في حديقة كروجير الوطنية في جنوب أفريقيا ـ تلك المشكلة. وبسِجِلّه المبهر والطويل في دمج الديناميكيات الاجتماعية في دراسة الأنظمة البيئية، وفي التفاعل مع متَّخِذي القرارات وواضعي السياسات؛ من أجل تطوير سياسات الحفظ البيئي، عُقد الاجتماع هذه المرة وسط الظلال الحالكة للفيلة التي فقدت وجوهها، وحيوانات وحيد القرن التي أُفقِدَت قرونها، وحيوانات الغوريلا التي بدأت في التلاشي، والعديد من الأنواع الأخرى المهدَّدة، والمعرضة لخطر الانقراض، والمستوطنة في قارة تحاصِرها "القاعدة"، ومنظمة الشباب، و"داعش"، و"بوكو حرام". هناك بلدان كثيرة تعاني من الحروب الأهلية، وبعضها يخضع لحكم نخبة من الأثرياء الفاسدين، الذين يُولُون قدرًا أكبر من الاهتمام لاستخدام موارد الدولة لتجديد عقاراتهم، بدلًا من توظيفها لرفع الفقر عن مواطنيهم، ناهيك عن حفظ التنوع الحيوي، أو حتى مجرد توظيف عدد كاف من العاملين في المناطق التي تُعتبر من المحميّات على الورق فقط.

إذًا، هل نحتاج فعلًا إلى مزيد من الجلسات العلمية التي تركِّز على تدوير النيتروجين، أو دوافع التنوع الحيوي عند مستويات مختلفة؟ بالطبع نحتاج إلى ذلك، إذا ما كان الهدف ـ ببساطة ـ هو نشر مزيد من الأبحاث العلمية الصعبة، ومزيد من مجموعات البيانات التي لن يقرأها سوى أصدقائنا وزملائنا، لكن ينبغي ألّا نوهم أنفسنا بأن هذه الجلسات ـ أو البيانات والتوليفات العلمية التي تنتجها ـ سوف تساعد متخذي القرارات في كَسْب العزم، وإيجاد الدعم لإيقاف الصيد الجائر للفيلة في أفريقيا، أو الحد من تقطيع أشجار الغابات وحرقها في إندونيسيا، أو التكسير الهيدروليكي وإفساد موارد المياه في أمريكا الشمالية، أو أَكْل كل كائن يمشي على الأرض وظَهْره متجه إلى السماء في الصين.

وبدلًا من ذلك، إذا كان التنوع الحيوي مهمًّا فعلًا للكوكب، وضروريًّا لرخاء الإنسانية ككل، فيتحتم علينا أن نكون جادِّين في تقديرنا لما يتطلَّبه الحفظ البيئي من أجل الأجيال القادمة. وإنني هنا أقترح ثلاثة أمور ضرورية، يمكن للعلماء القيام بها، بدءًا من الآن.

أولًا، ينبغي أن يتوقفوا عن وَصْف كل ما هو غير إنساني بمصطلح "مورد طبيعي".. فالتعبيرات اللغوية المستخدَمة ذات أهمية كبيرة. ويشير هذا المصطلح إلى أن وجود الأنواع الأخرى يتوقف على فائدتها لنا. ولطالما شَدَّد المؤرخون الطبيعيون والمتخصصون في "علم التصنيف" على ضرورة أن "نضع الأسماء على الوجوه"، قبل أن نهتم بالأنواع غير البشرية. وعلى الرغم من أننا قمنا بوصف وتسمية ملايين الأنواع، إلا أن التدهور الحاد في التنوع الحيوي حول العالم يوضِّح بجلاء أن تسمية الأنواع ليست بالخطوة الكافية.

ثانيًا، ينبغي أن يعترفوا بأنه نادرًا ما تقود البيانات الأفضل إلى قرارات "أفضل"، أو على الأقل (إلى تلك القرارات التي نعتقد أننا كنا سنتخذها، لو كانت بأيدينا مقاليد الأمور)، إذ ما مِن قَدْر من البيانات يستطيع أن يتجاوز ردود الفعل السلبية الفطرية تجاه الخفافيش، أو العناكب، أو الثعابين، أو تلك الإيجابية تجاه حيوانات الباندا، أو أم قرفة، أو صغار عجول البحر. إنّ القرارات التي تَحْكُم أيّ الأنواع ينبغي علينا إنقاذها، وأيها يمكن أن يُتْرَك لمصير الانقراض تُبْنَى على العواطف المحضة، وعلى وجهات نظر أصحاب المصالح المختلفين، وعلى حسابات سياسية كثيرة. ويتضح لنا مما دار في مؤتمر "CITES" أن البيانات تُستدعى من أجل دعم قرارات الحفظ البيئي، التي تدعمها عدة أطراف، إلا أن مثل هذا الإجماع لا يتأتى بسهولة، كما أن قرارات مؤتمر "CITES" لا توفِّر الحماية الكاملة المنشودة. ومع اشتداد وطأة النزاعات حول العالم، وتزايد تفضيل النمو الاقتصادي السريع على مسألة الحفظ البيئي في الدول النامية والمتقدمة، سوف يستمر التنوع الحيوي في التدهور.

> "لن تمكِّننا البيانات الأفضل من **إنقاذ الفيلة،** أو حيوان وحيد القرن، أو أي **نوع آخر**".

ثالثًا، يجب أن يشارك عددٌ أكبر من العلماء في العملية السياسية. إنّ مخاطبة القادة السياسيين كتابيًّا، ومراسلتهم بالبريد الإلكتروني، والاتصال بهم، خطوةٌ صغيرة، لكنها ضرورية كبداية، والمشاركةَ فيما يبدو وكأنه عدد لا ينتهي من الاجتماعات السياسية خطوةٌ لاحقة أكبر، لكنها ضرورية؛ فإذا لم نكن موجودين؛ لن تُسْمَع أصواتنا. كما أن التطوع للعمل في المجموعات المحلية، أو الإقليمية، أو الوطنية، أو العالمية ـ التي تؤثر بشكل مباشر على قرارات الحفظ البيئي ـ هو اِلْتِزام أكبر، لكنْ إذا لم نقم نحن بذلك، فمَن الذي سيقوم به؟ ومِن المفترَض أن تكون الخطوة المنطقية التالية هي الترشُّح في الانتخابات. وإذا لم يحدث ذلك الآن، فمتى؟

وقد أثبت العلماء الذين قاموا بدراسة "استنزاف طبقة الأوزون، والتغير المناخي" أن المشاركة المباشرة في عملية اتخاذ القرار يمكن أن تمنحهم مقعدًا على الطاولة العالمية لمناقشة الأمر، وصوتًا يمكِّنهم من إحداث تغيير سياسي. ويجب على العلماء الآخرين الذين يدرسون التنوع الحيوي، ويرغبون كذلك في أن تبقى الأنواع الأخرى وتزدهر، أنْ يسيروا على نهج هؤلاء. ■

آرون إم. إليسون زميل أبحاث أوّل في علم البيئة في جامعة هارفارد، ومفوض للحفظ البيئي في رويالستون، ماساتشوستس.
البريد الإلكتروني: aellison@fas.harvard.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DANIEL THOMPSON

زوِّدوا الذكاء الاصطناعي بالأخلاق الحميدة

يقول **جيم دَيفيز** إنّ المخاوف من أنْ يمثل الذكاء الاصطناعي خطرًا إذا طوَّر وعيًا ذاتيًّا، هي مخاوف في غير محلها.

ما الذي يجعلنا نقلق من الذكاء الاصطناعي؟ لقد كان البيت الأبيض آخِر ما تَدَخَّل في مناقشة التهديدات الممكنة التي تمثِّلها الآلات الذكية، وذلك في تقرير صدر في أكتوبر الماضي. فبعد أن كتب اثنان من المعنيِّين تعليقًا نُشر في دورية *Nature*، يمكن لتركيز الاهتمام العلمي والسياسي في المخاطر المستقبلية الشديدة للذكاء الاصطناعي أنْ يصرف انتباهنا عن مشكلاته القائمة بالفعل.

يأتي جزء من أسباب هذا التركيز على التهديدات الوجودية الخطرة للذكاء الاصطناعي من الخوف غير المبرَّر من إمكانية أن تطوِّر تكنولوجيا من هذا النوع وعيًا ذاتيًّا. وتوحي عناوين الأخبار الرئيسة الأخيرة بأنّ مفكِّرين مرموقين ـ من أمثال بيل جيتس، وستيفن هوكينج ـ قلقون مِن أن تصبح الآلات الذكية ذاتية الوعي. ففي لحظة ما، سوف "تستيقظ" قطعة من البرمجيات، وتُولِي رغباتها أفضلية على غيرها، وتهدد وجود البشرية.

وعندما نتخوَّف من الذكاء الاصطناعي، فإن وعي الآلة ليس بالأهمية التي يحسبها الناس. وفي الواقع، فإن القراءة المتأنية لتحذيرات جيتس، وهوكينج، وغيرهما تُظْهِر أنهم لم يذكروا الوعي قط. يُضاف إلى ذلك أن التخوُّف من الوعي الذاتي يشوِّش النِّقاش العام؛ فالذكاء الاصطناعي يصبح معرَّفًا بأنه خطر، أو بأنه لا يقوم كليةً على كونه واعيًا، أم لا، بينما علينا أن ندرك أن مَنْع الذكاء الاصطناعي من تطوير وَعْي، ليس كمَنْعه من تطوير المقدرة على إحداث أذى.

من أين أتى هذا القلق مِن وعي الآلة؟ يبدو أن مصدره عامة الناس، والصحفيون. ابحث عن مقالات إخبارية حول تهديدات الذكاء الاصطناعي؛ وستجد دائمًا أن الصحفيين هم الذين يتحدثون عن وعي الآلة.. فمع أننا نفعل الكثير من دون وعي، مثل إدراكنا للمَشاهد المرئية، وتكويننا للجُمَل التي نقولها، يبدو أن الناس يُقْرِنون الخطط المعقدة بالتفكير الواعي المتعمَّد. ويبدو من غير المعقول أن تفعل شيئًا معقدًا، كالسيطرة على العالم من دون تفكير واعٍ. ولذا.. قد يكون من الصعب على الناس تخيُّل أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يمثل تهديدًا وجوديًّا، إلا إذا كان يتمتع بتفكير واعٍ.

ويرى بعض الباحثين أن الوعي جزء مهم من الإدراك البشري (برغم أنهم لا يتفقون على ماهية وظائفه)، ويرد بعضهم على ذلك بأنه لا يقوم بأي وظيفة على الإطلاق، لكنْ إذا كان الوعي مهمًّا جدًّا للذكاء البشري، فليس واضحًا إنْ كان مهمًّا أيضًا لأي ذكاء يمكن تخيله من قبيل ذاك المبرمج في الحواسيب، أم لا. إننا لا نعرف ما يكفي عن دور الوعي، سواء أكان بشريًّا، أم حيوانيًّا، أم برمجيًّا، كي نعرف ما إذا كان ضروريًّا للتفكير المعقد، أم لا.

وقد يكون الأمر هو أنّ الوعي، أو إدراكنا له، يأتي مع الذكاء الفائق تلقائيًّا، أي أن الطريقة التي نحكم بها على شيء ما بأنه واعٍ، أو غير واعٍ، يمكن أن تقوم على تفاعلاتنا معه. فالآلات فائقة الذكاء يمكن أن تكون قادرة على التكلم معنا، وعلى التوليد الحاسوبي لوجوه ذات تعبيرات عاطفية، كما لو أنها شخص ما تخاطبه عبر "سكايب"، وهكذا. ويمكنها بسهولة أن تمتلك جميع الدلالات الخارجية على الوعي. وقد يكون أيضًا من المستحيل تطوير ذكاء اصطناعي عام، دون وعي.

وجدير بالذكر أن الآلات فائقة الذكاء الواعية يمكن أن تكون أقل خطرًا من الآلات فائقة الذكاء غير الواعية، لأن العملية التي تكبح السلوك غير الأخلاقي ـ لدى البشر على الأقل ـ هي "التعاطف الوجداني"، أي العدوى العاطفية التي تجعل المرء يشعر بما يرى أن شخصًا آخر يشعر به. وربما يهتم الذكاء الاصطناعي الواعي بنا أكثر مما يمكن لذكاء اصطناعي غير واعٍ أن يفعل.

وفي كلتا الحالتين، علينا أن نتذكر أن الآلة يمكن أن تكون ذكية بقدر كاف، لتمثل تهديدًا حقيقيًّا، حتى من دون أن تكون واعية. وعالَمنا زاخر بأمثلة من الظواهر الخطرة غير الواعية؛ فالفيروسات لا تمتلك أي وعي، أو حتى ذكاء، ويمكن للبعض أن يجادلوا بأنها ليست حية أيضًا.

ويذكر نِكْ بوستروم ـ الباحث في جامعة أكسفورد ـ في كتابه "الذكاء الفائق" (*Superintelligence*, Oxford University Press, 2014) أمثلة كثيرة على إمكانية أن يكون الذكاء الاصطناعي خطرًا. وأحد تلك الأمثلة هو آلة ذكية، طموحها الأساسي صُنْع الكثير والكثير من ملاقط الأوراق. فبوجود ذكاء متطوِّر فيها من دون قِيَم أخرى، يمكن أن يجعلها تجنح إلى السيطرة على موارد العالم؛ سعيًا وراء هدفها، دون اكتراث بما سوف يحدث للبشرية. وثمة سيناريو آخر عن آلة ذكية، يُطلب منها حساب سلسلة الأرقام اللانهائية للعدد π؛ فتستعمل كل مواد الأرض كموارد حاسوبية. وربما تحاول آلة ذكية ذات أهداف أكثر نبلًا ـ من قبيل تقليص المعاناة ـ محو البشرية لمصلحة بقية الحياة على الأرض. إنّ هذه الآلات الافتراضية غير المسيطَر عليها خطرة، لا لأنها واعية، بل لأنها مصنوعة بدون أخلاقيات محددة ومعقدة.

> "علينا بَذْل مزيد **من الجهد،** في سبيل أهداف **البرمجة، والقِيَم،** والقواعد الأخلاقية".

لذا، وبدلًا من الانشغال بوعي الذكاء الاصطناعي، علينا بذل مزيد من الجهد في سبيل أهداف البرمجة، والقيم، والقواعد الأخلاقية. وثمة سباق عالمي قائم لتطوير الذكاء الاصطناعي، وثمة إمكانية لأنْ تكون الآلة فائقة الذكاء الأولى هي الآلة الوحيدة التي يمكن صُنْعها على الإطلاق، لأنها عندما ستظهر إلى الوجود، سواء أكانت واعية، أم لا؛ فإنها ستستطيع تحسين نفسها؛ وستبدأ في تغيير العالَم، وفقًا لقِيَمها الخاصة.

وبمجرد أن تُصنع، سوف يكون من الصعب السيطرة عليها. ولذا فإن أحد الإجراءات الوقائية تجاه ذلك هو تمويل مشروع يهدف إلى ضمان أن تكون أول آلة فائقة الذكاء ودودةً، ويهدف كذلك إلى القضاء على أي آلة ذكية خبيثة. وبوجود مجموعة جيدة التمويل من المبرمِجين والباحثين ذوي التفكير الأخلاقي، مِن الجائز أن يُحالفنا الحظ. ■

جِيم ديفيز أستاذ مساعد لدى معهد علم الإدراك في جامعة كارلتون بأوتاوا، كندا.
البريد الإلكتروني: jim@jimdavies.org

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحاث
مقتطفات من الأدبيات العلمية

الإلكترونيات

الترانزستور الأقصر على الإطلاق

قام باحثون بصناعة ترانزستور له "بوابة"، عرضها نانومتر واحد فحسب - أي خُمس أصغر طول يعتقد الباحثون أنه ممكنًا لترانزستور مصنوع من السيليكون.

تدنو صناعة أشباه الموصلات من بلوغ حدود قدرتها على تقليص حجم الترانزستورات المصنعة من السيليكون. وتمثل مادة الجرافين وغيرها من المواد ثنائية الأبعاد بدائل واعدة لمادة السيليكون؛ إذ إن سُمكها هو سُمك ذرَّة واحدة، ولها خصائص إلكترونية جيدة. ومؤخرًا، قام علي جافي ـ من جامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ ومعاونوه بعرض ترانزستور مصنوع من مادة ثنائي كبريتيد الموليبدينوم ثنائية الأبعاد شبه الموصلة. في جهازهم هذا، تعمل أنبوبة نانوية كربونية موضوعة تحت رقاقة من المادة وكأنها بوابة تقطع التيار عند إحداث فَرْق جُهْد فيها، وعَرْض الأنبوبة النانوية ـ البالغ نانومترًا واحدًا ـ يجعلها البوابة الترانزستورية الأقْصَر التي صُنعت حتى الآن، كما يقول جافي.

***Science* 354, 99–102 (2016)**

تكنولوجيا عصبية

رجل مشلول يَستشعِر اللمس بعد زراعة جهاز في الدماغ

UPMC/PITT HEALTH SCIENCES

هناك جهاز يُزرع في الدماغ، متصل بذراع آلية، مَكَّن رجلًا مصابًا بالشلل من استشعار اللمس عند أصابع يد الذراع الآلية.

فقد قام روبرت جونت ـ من جامعة بيتسبرج في بنسلفانيا ـ وزملاؤه بوضع أقطاب كهربائية في دماغ ناثان كوبلاند (في الصورة)، الذي أصيبت ساقاه والجزء السفلي من ذراعيه بالشلل منذ 12 عامًا. وَضَعَ الباحثون الأقطاب في القشرة الحسية الجسدية ـ وهي منطقة في الدماغ تستقبل المعلومات الحسية من الجسم ـ ومنطقة أخرى في القشرة الحركية تتحكم في حركة اليد والذراع. جرى توصيل الأقطاب الكهربائية المزروعة بجهاز حاسوب وذراع آلية. وبلمس أجهزة الاستشعار الموجودة على أصابع الذراع الآلية، استطاع كوبلاند معرفة أيًّا من الأصابع يتم تحفيزها، وأحيانًا أي أجزاء منها أيضًا.

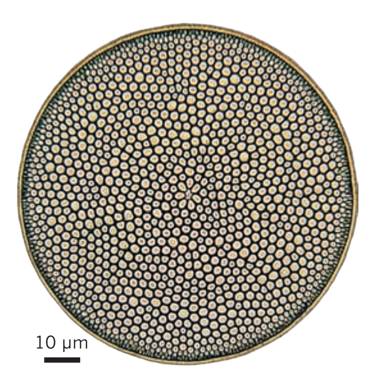
إنّ وَضْع الأقطاب الكهربائية في أجزاء مختلفة من الدماغ ـ أو زرع المزيد منها ـ قد يؤدي إلى زيادة حساسية اليد الآلية.

***Sci. Transl. Med.* 8, 361ra141 (2016)**

علم الأحياء البحرية

"الدياتومات" تغطس بحركات متقطعة

تستطيع كائنات بحرية وحيدة الخلية ـ تُسمى "الدياتومات" ـ تغيير سرعة حركتها العمودية في المياه بشكل سريع، على الرغم من غياب هياكل تساعد على الحركة.



ROBERT LAVIGNE/MICROSCOPYVIEW.COM

تقوم "الدياتومات" بعملية التمثيل الضوئي، وهي تُعَدّ مساهِمًا رئيسًا في إنتاجية المحيطات. وقد قام براد جيميل وزملاؤه ـ بمعهد علوم البحار في جامعة تكساس في بورت أرانساس ـ بتصوير ثلاثة أنواع من الدياتومات (**في الصورة** *Coscinodiscus radiatus*) أثناء غوصها ببطء في أحواض المختبر. وأظهرت الأنواع جميعها حركات متقطعة، متمثلة في اندفاعات لم تُرَ من قبل: غوص سريع، تليه فترات لا تغوص فيها مطلقًا تقريبًا. وقام الباحثون بتصوُّر تدفُّق المياه حول "الدياتومات" الفردية، وهم يرجِّحون أن الكائنات تغيِّر حركة طفوها عن طريق تبادل الأيونات مع مياه البحر.

وقد تفسِّر التغيرات السريعة في سرعة الغوص كيف تتنافس هذه "الدياتومات" على المواد الغذائية مع خلايا أخرى تسبح بنشاط.

***Proc. R. Soc. B* 283, 20161126 (2016)**

علم البيئة

الغابات الأدفأ تخزِّن كربون أقل

ربما يحدّ تغيُّر المناخ من كمية الكربون التي يمكن للغابات تخزينها. ويرجع ذلك جزئيًّا إلى انخفاض عمليات التمثيل الضوئي عند درجات الحرارة المرتفعة.

فقد قامت إميلي ماينيك وزملاؤها ـ بجامعة ولاية نورث كارولينا في راليه ـ بدراسة أشجار *Quercus phellos* في المنطقة، حيث يمتص الرصيف وغيره من الأسطح الصلبة ـ كما هو الحال في المدن الكبيرة الأخرى ـ حرارة الشمس، ويشِعّها ببطء. يزيد ذلك من درجة الحرارة في بعض المناطق الحضرية، وصولًا إلى مستوى مشابه لذلك المتوقَّع في القرن المقبل، مع استمرار احترار المناخ. وقام الفريق بقياس معدل التمثيل الضوئي للأشجار، فضلًا عن عوامل معينة، مثل الإجهاد المائي، وانتشار الآفات في المناطق الأدفأ والأبرد من راليه.

وشهدت المناطق الأدفأ نموًّا أقل للأشجار. وبحسابات الفريق، يؤدي تأثير "الجزيرة الحرارية الحضرية" إلى انخفاض احتباس الكربون في هذه الأشجار بنسبة 12%. وكان الدافع الأساسي لانخفاض وتيرة النمو هو تأثير نقص المياه على عملية التمثيل الضوئي، وليس زيادة نشاط آكلات العشب.

***Proc. R. Soc.* B 283, 20161574 (2016)**

اكتشاف الدواء

بكتيريا في البشر تنتِج دواءً

ثمة جزيء صغير تنتجه البكتيريا التي تعيش بشكل طبيعي داخل أجسام البشر، من المحتمل أن يساعد على مكافحة عامل مُمْرِض مقاوِم لعديد من المضادات الحيوية.

فقد قام شون برادي ـ من جامعة روكفلر في مدينة نيويورك ـ وزملاؤه بتحليل مجهريات البقعة الخاصة بالبشر؛ لتحديد الجينات المتوقع أن ترمّز جزيئات تتمتع بخصائص المضادات الحيوية. ومن ثم، قام الباحثون بتخليق هذه الجزيئات، وقياس آثارها المضادة للبكتيريا. أحد تلك الجزيئات ـ ويُدعى "هوميميسين إيه" humimycin A ـ كان قد أظهر فعالية ضد سلالة من سلالات *Staphylococcus aureus* المقاوِمة للميثيسيلين (التي تُسمى اختصارًا MRSA)؛ كانت قد جُمعت من المرضى. وبعد 48 ساعة من حدوث العدوى، كانت جميع الفئران المصابة ببكتيريا MRSA التي تمت معالجتها بجزيئات هوميميسين إيه وديكلوكساسيلين ـ وهو مضاد حيوي متاح بشكل تجاري ـ لا تزال على قيد الحياة؛ بينما توفي على الأقل نصف عدد الحيوانات بعد تَلَقِّي العلاج بأي من الدواءين، دون الآخر.

يرى الباحثون أن تحسين تقنيات المعلوماتية الحيوية والتخليق الكيميائي يمكن أن يؤدي إلى اكتشاف مزيد من المركّبات ذات الإمكانات العلاجية من داخل عالَم الميكروبات.

***Nature Chem. Biol.* http://dx.doi.org/10.1038/nchembio.2207 (2016)**

بيولوجيا النبات

رزاز الـRNA يحارب الفطريات

إنّ رَشّ أوراق نباتات الشعير بسائل يحتوي على جزيئات من الحمض النووي الريبي الطويل يساعدها على درء العدوى الفطرية.

تستخدم آلية تُسمى "تداخل الحمض النووي الريبي" RNAi جزيئات الحمض النووي الريبي المزدوج؛ لإيقاف التعبير عن جينات معينة. فقد قام كارل هاينز كوجيل ـ من جامعة يوستوس ليبج في جيسين بألمانيا ـ وزملاؤه باستخدام هذه الجزيئات؛ لإسكات ثلاثة جينات تحتاجها الفطريات لصنع مركَّب "إرجوستيرول" الضروري لنمو الفطريات. ووجد الفريق أنه عندما يتم رش الحمض النووي الريبي مباشرة على أوراق نباتات الشعير، يمتصه المُمْرِض الفطري *Fusarium graminearum*، ويمنع نموه في تلك الأوراق. وحتى أجزاء الأوراق غير المرشوشة تتم حمايتها من الفطريات، إذ إنّ جزيئات الحمض النووي الريبي يتم امتصاصها من قِبَل الأوراق، ونقلها قبل أن يمتصها العامل المُمْرِض.

يشير الباحثون إلى أن هذا النهج ربما يفسح المجال أمام جيل جديد من مبيدات الفطريات.

***PLoS Pathog.* 12, e1005901 (2016)**

إدراك الحيوان

النحل يتعلّم.. و"يُعَلِّم" الآخرين






SYLVAIN ALEM

يستطيع النحل أن يتعلّم التعامل مع الأشياء، ويمكنه تمرير المعرفة التي اكتسبها إلى بقية النحل.

فقد قدَّم لارس شيتكا ـ من جامعة الملكة ماري في لندن ـ وزملاؤه إلى مجموعة من النحل من نوع *Bombus terrestris* قُرْصًا مملوءًا بماء مسكر، وموضوعًا تحت لوح شفاف من "البليكسي جلاس" Plexiglas. وللوصول إلى القرص، كان على النحل سَحْب خيط متصل به (**في الصورة**). ولُوحِظ أنه من أصل حوالي 300 نحلة، لم تتمكن سوى نحلتين فقط من القيام بذلك من تلقاء نفسيهما؛ بينما كان معظم النحل بحاجة إلى تدريب تدريجي، نجح بعده أكثر من 80% منه في إتمام المهمة.

وعندما شاهد النحلُ غير المدرَّب النحلَ الآخر يحصل على الماء المُسَكَّر؛ تَمَكَّن مِن تَعَلُّم الحيلة. فقد تم إدخال "نحلة مدرَّبة" في مستعمرات من النحل غير المدرَّب، ثم قُدِّم القرص لنحل من تلك المستعمرة؛ فنتج عن ذلك أنْ تَعَلَّم قرابة نصف النحل الجامع للغذاء أداء المهمة في نهاية المطاف، بيد أنه لم يتمكن أيٌّ من النحل في المستعمرات المُحْكَمة من سَحْب القرص إلى الخارج.

***PLoS Biol.* 14, e1002564 (2016)**

الاتصال الكمي

كتمان سر كَمِّي ليوم واحد

يمكن الإبقاء على مقدار "بت" من المعلومات في أمان لمدة 24 ساعة، قبل أن يتم كشفها. وهي مدة تفوق المدة الأطول التي تم قياسها من قبل بخمسة ملايين مرة.

يحمي التشفير الكَمِّي المعلومات من المتنصِّتين، لكنْ يجب أن تظل الرسالة غير مقروءة، ومحمية لفترة معينة من الزمن في حالة التصويت المؤمَّن، والمزادات ذات المظاريف المغلقة. وقد يؤدي توجيه الرسالة ـ من خلال "صديقين" مؤتَمَنَين بين المرسِل والمتلقِّي ـ إلى تأخير الرسالة وتأمينها، بيد أنه سيتعيّن على الصديقين أن يُوجَدَا على مسافة بعيدة للغاية عن المرسِل والمتلقِّي؛ من أجل تأخيرها لأكثر من ملِّي ثانية.

قام أنتوني مارتن من جامعة جنيف في سويسرا، وزملاؤه، بتطوير بروتوكول يحدث فيه هذا النوع من التبادل خمسة مليار مرة، مع حدوث تشفير في كل دورة تُبنى على ما تم في الدورة المسبقة. وقد أتاح ذلك للباحثين فَصْل حاسبَي المرسِل والمتلقِّي عن "صديقيهما" بمسافة 7 كيلومترات فقط أثناء تأمين المعلومات لمدة 24 ساعة.

***Phys. Rev. Lett.* 117, 140506 (2016)**

علم الأحياء الدقيقة

بكتيريا الأمعاء تساعد دواء السرطان

هناك ميكروبات في الأمعاء تتعاون مع عقار شائع للسرطان، من خلال تعزيز الاستجابات المناعية المكافِحة للورم، مما يجعل العلاج أكثر فعالية في الفئران.

فقد قام لورنس زيتفوجيل ـ من معهد جوستاف روسي للسرطان في فيلجويف بفرنسا ـ وزملاؤه بدراسة تأثير نوعين من البكتيريا على فاعلية دواء سيكلوفوسفاميد. وعندما أعطوا الفئران المعالَجة بالمضادات الحيوية ميكروب *Enterococcus hirae*، وجد الباحثون أنه جعل الخلايا المناعية المعروفة بالخلايا التائية أكثر نشاطًا ضد دلالات ورمية محددة، كما تسبَّبت في تكاثر الخلايا المناعية الخاصة بالأمعاء. وثمة نوع آخر من البكتيريا ـ هو *Barnesiella intestinihominis* ـ قاد الخلايا المناعية لاختراق الأورام. أمّا في الفئران التي تفتقر إلى بروتين يقيِّد نمو هذه الأنواع، كانت فعالية عقار السرطان في تقليل حجم الورم حوالي ضعفها في الحيوانات العادية.

يقول الباحثون إنّ النتائج تشير إلى أن بكتيريا الأمعاء يمكن أن تُستخدَم لتحسين علاجات السرطان.

***Immunity* http://doi.org/brmm (2016)**

مواد

غشاء يلتئم ذاتيًّا مثلما تفعل الحشرات

أَلْهَمَ اسمرار الفاكهة والتئام الجروح في الحشرات بتطوير مادة تتجدد و"تلتئم" ذاتيًّا بعد تَلَفها.

تسفر الإصابات السطحية في الفاكهة وفي الحشرات عن تعرّض المركبات الفينولية بها للجو، حيث تتم أكسدتها، ويتشكل سطح جديد واقٍ. فقد قام هايشين لي وزملاؤه ـ بمعهد كوريا المتقدم للعلوم والتكنولوجيا في دايجون في كوريا الجنوبية ـ بإنتاج محلول يحتوي على مركّب فينول وبولي أمين. وعند تحفيز المواد الكيميائية بالأكسجين؛ تفاعلت كما تفعل في الفاكهة وفي الحشرات إلى حد بعيد؛ مُشكِّلةً غشاءً على السطح. وعند تقشير أجزاء من الغشاء؛ لُوحِظ أن الغشاء "اِلْتَأَم" ذاتيًّا. وقد كرَّر الباحثون هذه العملية 40 مرة، دون رصد حدوث أيّ فَقْد ذي أهمية في قوة الغشاء.

وخلافًا لغيره من المواد ذاتية الالتئام، لا يتطلب هذا الغشاء مؤثرات خارجية، مثل رفع الضغط، أو درجة الحرارة، لبدء الالتئام.

***Adv. Mater.* http://doi.org/f3r9bw (2016)**

علم النبات

كيف تتكيَّف نباتات معينة مع الظل

تمتلك نباتات *Begonia* المُحِبَّة للظل أوراقًا زرقاء قزحية اللون، نتيجة لوجود عضيّة خلوية تمكّنها من تجميع الضوء بكفاءة في أثناء الإضاءة المنخفضة.

تعتمد النباتات على عضيّات تُسمى "الكلوروبلاستيدات"؛ من أجل إتمام عملية التمثيل الضوئي. وقد قامت هيثر ويتني ـ من جامعة بريستول في المملكة المتحدة ـ وزملاؤها باستخدام المجهر الضوئي والإلكتروني؛ لدراسة نوع مختلف من هذه العضيّات، يُدعى "الإيريدوبلاست" iridoplast في الطبقات السطحية من نباتات *Begonia* (يظهر **في الصورة** هجين من *B. grandis* و*B. pavonina*). وجد الفريق أن أغشية "الإيريدوبلاست" مكدَّسة في أكوام من ثلاث أو أربع طبقات بطريقة منظّمة للغاية، وهو هيكل لا يُرى في الكلوروبلاستيدات الطبيعية.

وأظهرت نمذجة البيانات أن هذا الهيكل يتيح للإيريدوبلاستيدات امتصاص الضوء الذي يسوده الخَضار، والمتوافر في ظلال الغابات، كما يعزز كفاءة التمثيل الضوئي بنسبة تصل إلى 10%.

***Nature Plants* http://dx.doi.org/10.1038/nplants.2016.162 (2016)**





M. JACOBS ET AL./NATURE PLANTS

E. K. KASTMAN ET AL./MBIO (CC BY 4.0)

علم الأحياء المجهرية

فطريات تعزز البكتيريا

كشفت دراسة شملت 25 نوعًا من الجبن أن البكتيريا بطيئة النمو قد تحل محل أقاربها بمساعدة فطريات.

فقد قام بنجامين وولف – من جامعة تافتس في مدفورد، بولاية ماساتشوستس – وزملاؤه بدراسة الوفرة النسبية لبكتيريا المكورات العنقودية *Staphylococcus* (في الصورة ثلاثة أنواع)، التي تنتشر في الجبن. وجد الباحثون أنه ساد انتشار *Staphylococcus equorum*، على الرغم من كونها أبطأ الكائنات نموًّا في الاختبارات المعملية. ففي ظل وجود فطر من جنس *Scopulariopsis*، خفضت *S. equorum* من تعبيرها عن جينات لها دور في امتصاص الحديد والأيض. ربما يوفِّر الفطرُ للبكتيريا الحديد المتاح غير المقيد اللازم للنمو، مما يوفر لبكتيريا *S. equorum* جهد اكتساب العنصر الغذائي ومعالجته، ويتيح لها أن تحل محل البكتيريا الأخرى.

يقول الباحثون إن الفطريات قد تؤثر على تنوع مجتمعات بكتيرية أخرى، بما في ذلك تلك الموجودة في البشر.

***mBio* 7, e01157-16 (2016)**

علم النفس العصبي

تمرير الشعور بالألم عن طريق الروائح

تستطيع الفئران الموجودة في الغرفة نفسها تمرير أنواع معينة من مشاعر الألم للفئران الأخرى عن طريق الروائح.

إن التعرض للجزيئات المسبِّبة للالتهاب، أو الامتناع عن المخدرات أو الكحول قد يسبِّب فرطًا في التألُّم، يظهر في شكل حساسية مفرطة ومؤلمة للّمس، أو الحرارة، أو المهيِّجات الكيميائية. فقد وجد أندري ريابينين وزملاؤه ـ بجامعة ولاية أوريجون للصحة والعلوم في بورتلاند ـ أنه عندما تعرضت الفئران لتلك المعالجات المسببة للألم؛ أصيبت الفئران غير المعالَجة ـ الموجودة في الغرفة نفسها ـ بفرط في التألم. وإضافة إلى ذلك.. بدأت هذه الحساسية للألم في الظهور على فئران كانت موضوعة في غرفة منفصلة، بعد تعرُّضها لِفراش استخدمته الحيوانات التي تعاني من فرط في التألم، والموجودة في الغرفة الأولى. ومن ثم، خلص الباحثون إلى أن الألم ينتقل عن طريق إشارة متعلقة بحاسة الشم.

ويرى الباحثون أن هذا النقل الاجتماعي للألم يمكن أن يلعب دورًا في الآلام المزمنة في البشر، خاصة في الحالات التي لا يبدو لها سبب فسيولوجي واضح.

***Sci. Adv.* 2, e1600855 (2016)**

علم المناعة

الخلايا التائية المرهقة قد لا تتعافى

تحمل الخلايا المناعية المنهكة بصمات وراثية مميزة، وربما يصعب إحياؤها . وقد تسفر هذه النتيجة عن انعكاسات على العلاجات التي تتحكم في الخلايا.

قد تصبح الخلايا المناعية المعروفة باسم الخلايا التائية "منهكة" ومختلة وظيفيًّا بعد التعرض لسرطان، أو عدوى مزمنة. فقد قام فريقان بحثيان، واحد بقيادة جون ويري – من جامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا – والآخر بقيادة نير يوسف – من جامعة كاليفورنيا، في بيركلي – ونيكولاس هاينينج – من معهد دانا فاربر للسرطان في بوسطن، بولاية ماساتشوستس – بدراسة التغيرات في التعبير الجيني والعلامات اللاجينية (التغيرات الكيميائية في الحمض النووي، التي لا تؤثر على تسلسله) في فئران مصابة بفيروس. ووجد الباحثون أن الخلايا التائية المنهكة كانت ذات طبيعة تميِّزها عن الخلايا التائية الوظيفية.

وأشار أحد الفريقان أيضًا إلى أن الخلايا التائية المنهكة استعادت نشاطها عن طريق جسم مضاد يعوق بروتين PD-L1، الذي يقمع استجابات الخلايا التائية. ومع ذلك، كان هذا التأثير زائلًا عندما ظلت المستويات الفيروسية عالية، مما يشير إلى أن أنواعًا معينة من العلاج المناعي قد تحتاج إلى دمجها مع علاجات أخرى؛ حتى تحقق فائدة دائمة.

***Science* http://doi.org/bsdh; http://doi.org/bsdj (2016)**

العلاج المناعي للسرطان

هجوم متعدد الجوانب على الورم

يمكن لمزيج من الأجسام المضادة والبروتينات أن يقضي على الأورام الكبيرة في الفئران، حتى لو لم تكن الأورام واضحة بشكل خاص لجهاز المناعة.

إنّ العلاجات المناعية تُطْلِق العنان لاستجابات جهاز المناعة ضد السرطان، لكنها تفشل ـ في العموم ـ في محاربة الأورام الكبيرة المتوطِّدة في الفئران. فقد قام دان ويتروب، وداريل إرفين ـ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ وزملاؤهما بابتكار علاج مناعي مكوَّن من أربعة عناصر: أجسام مضادة تستهدف الأورام، وبروتين إنترلوكين-2 المحفِّز للمناعة، ولقاح يحتوي على أجزاء من بروتينات الأورام، ونوع من الأجسام المضادة، التي تمنع بروتينًا مثبطًا للمناعة، يُدعى PD-1.

أَطْلَقَ ذلك العنانَ للأجسام المضادة والخلايا المناعية المعروفة باسم الخلايا التائية ضد الورم، بل وقاموا أيضًا بمهاجمة بروتينات الأورام، التي لم تكن مستهدَفة بشكل مباشر من قِبَل المزيج. وقد نجح العلاج في مواجهة كل من الأورام المزروعة في الفئران، والأورام الكبيرة النامية فيها، التي عادة ما تكون أقل وضوحًا للجهاز المناعي للفأر عن الأورام المزروعة.

***Nature Med.* http://dx.doi.org/10.1038/nm.4200 (2016)**

إلكترونيات

توصيل بتَّات كَمِّيّة

استعرض علماء جهازًا يمكنه ربط ما يصل إلى 100 بت كَمِّيّ "كيوبت"، وهي وحدة المعلومات التي ستستخدمها أجهزة الحاسوب الكَمِّيّة في المستقبل؛ لتنفيذ عمليات حسابية يستحيل إجراؤها بأجهزة الحاسوب التقليدية.

إنّ "المقبس الكَمِّيّ" ـ الذي بناه ماتيو ماريانتوني بجامعة واترلو في كندا، ومعاونوه ـ هو نسق ثلاثي الأبعاد من الأسلاك التي تربط حلقات فائقة التوصيل ببعضها البعض، يشفِّر كلٌّ منها بتًّا كَمِّيًّا. ويتيح الجهاز قراءة بتَّات كَمِّيّة فردية، والكتابة عليها باستخدام نبضات الموجات الدقيقة. وقد حَسَّن الفريقُ المنظومةَ؛ لتعمل في درجات الحرارة المنخفضة للغاية اللازمة للتوصيل الفائق.

يقول الباحثون إنه يمكن توسيع نطاق التصميم؛ ليضم ما يصل إلى 100 ألف بت كَمِّيّ؛ مما يتيح إجراء حسابات كَمِّيّة معقدة.

***Phys. Rev. Appl.* 6, 044010 (2016)**

تقنية النانو النباتية

نبات إلكتروني يستشعر المتفجرات

حَوَّل باحثون نباتات السبانخ إلى أجهزة استشعار بيئية، من خلال دمج أنابيب كربون فلورية نانوية فيها.

لقد غلّف مايكل سترانو وزملاؤه ـ بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ أنابيب الكربون النانوية بجزيء ببتيد يرتبط بمركبات عطرية، بها مجموعة نيترو، وتشمل المتفجرات. قام الباحثون بتضمين الجزيئات النانوية في أوراق نباتات السبانخ. فعندما يتم امتصاص الملوثات الكيميائية من قِبَل الجذور أو الأوراق، ترتبط بالأنابيب النانوية، مما يجعل تألُّق الأنابيب النانوية يتناقص بمقدار يعتمد على مستوى المركَّب في التربة. ويلتقط كاشف صغير الإشارة، ثم يبثها لاسلكيًّا إلى هاتف ذكي.

يرى الباحثون أنه من الممكن نشر النباتات الحية المستشعرة في مناطق نائية شاسعة؛ لرصد التغيرات الكيميائية.

***Nature Mater.* http://dx.doi.org/10.1038/nmat4771 (2016)**

الأيض

الأكسجين وضبط الساعة البيولوجية

إنّ خَفْض مستويات الأكسجين في الجو المحيط يساعد الفئران على التعافي من حالة مشابهة لاضطراب الرحلات الجوية الطويلة.

في الثدييات، تتولى الساعة البيولوجية مزامنة عملية الأيض، وفقًا لدورة الليل والنهار. ووجد جاد آشر – من معهد وايزمان للعلوم في رحوفوت، إسرائيل – وزملاؤه أن كمية الأكسجين في دم وكلى القوارض تختلف باختلاف وقت اليوم. وأظهرت التجارب التي أجريت على خلايا مستزرعة لفأر أن التقلبات الإيقاعية في مستويات الأكسجين أدت إلى مزامنة الساعة البيولوجية. يبدو أن هذا يحدث من خلال بروتين HIF1α، المعروف بأنه يستشعر الأكسجين. وتكيفت الفئران - التي تعرضت لدورة ضوء وظلام، جرى ترحيلها بواقع ست ساعات لمحاكاة الاضطراب - أسرع مع الظروف الجديدة عندما انخفضت مستويات الأكسجين في الجو المحيط، سواء قبل الترحيل، أم بعده.

يرى الباحثون أن تعديل مستويات الأكسجين ربما يشكل علاجًا في المستقبل لاضطراب الرحلات الجوية الطويلة.

***Cell Metab.* http://doi.org/bsc9 (2016)**

علم المواد

تحكُّم أكبر بالموجات فوق الصوتية

من شأن عدسة مصمَّمة خصيصًا أن تنتج أشعة موجات فوق صوتية، لها القدرة على تحريك أجسام بحجم الخلية بدقة، ومعالجتها، وتدميرها.

يمكن إنتاج أشعة الموجات فوق الصوتية، من خلال إطلاق نبضات من ضوء الليزر على عدسة؛ لخلق اهتزازات عالية التردد، غير أن العدسات الزجاجية لا تنتج سوى أنماط موجات بسيطة نسبيًّا. فقد قام كلاوس-ديتر أُول وزملاؤه – بجامعة نانيانج التكنولوجية في سنغافورة - باستخدام طابعة ثلاثية الأبعاد؛ لبناء عدسات من بوليمر في أشكال منحنية ثلاثية الأبعاد. ولّدت هذه العدسات أشعة بمثل قوة تلك المنتَجة بواسطة الزجاج، لكن أشكالها المعقدة سمحت بتحكم أكبر في تركيز الشعاع في المكان والزمان.

يرى الباحثون أنّ هذه التقنية قد تتيح المعالجات المعقدة للأجسام الضئيلة.

***Appl. Phys. Lett.* 109, 174102 (2016)**

علم الجليد

التبريد لا يوقف انكماش النهر الجليدي

فشل تبريدٌ مؤقت للمحيط حول النهر الجليدي الأسرع ذوبانًا على مستوى القارة القطبية الجنوبية في وَقْف تراجعه في اتجاه البحر.

وحاليًّا، يُعَدّ نهر جزيرة باين الجليدي في غرب القارة القطبية الجنوبية هو النهر الجليدي الأكبر الذي يسهم في الارتفاع العالمي لمستوى سطح البحر. فقد قام كنوت كرستيانسون ـ من جامعة واشنطن في سياتل ـ وزملاؤه باستخدام أجهزة استقبال تعمل بنظام تحديد المواقع العالمي، وكذلك المراسي البحرية، وعمليات الرصد برادار الأقمار الصناعية؛ لمراقبة النهر الجليدي والمحيط من حوله، وذلك بدءًا من عام 2009، حتى عام 2014. وجد الباحثون أن انخفاض المحتوى الحراري للمحيطات بنسبة 60% بين عامي 2012 و2013 لم يبطئ الترقق الإجمالي للصفيحة الجليدية، الذي يحفز تدفق النهر الجليدي، وتصريف الجليد في المحيط.

يقول الباحثون إنه من أجل عكس عملية تراجع الأنهار الجليدية، قد يكون من الضروري أن تبقى برودة المحيط والظروف المناخية لعدة عقود.

***Geophys. Res. Lett.* http://doi.org/br3p (2016)**

سلوك الحيوان

الضوضاء تعطِّل حَوَاسّ أخرى

يمكن أن يؤثر التلوث الضوضائي على كيفية استجابة الحيوانات البرّية لمدخلات حسية أخرى، مثل الرائحة.

فقد درَس أندرو رادفورد وزملاؤه – بجامعة بريستول، في المملكة المتحدة – سلوك حيوانات النمس القزم البرّية (*Helogale parvula*، **في الصورة**) التي كانت معتادة على وجود مراقِبين من البشر. وضع الفريق البحثي فضلات الحيوانات المفترسة أو آكلات العشب خارج جحر النمس. وعند تشغيل أصوات طبيعية محيطة، تفقدت النموس بسرعة نوعي الفضلات. وعند الاستجابة لفضلات المفترس، أظهرت الحيوانات يقظة متزايدة، وبقيت بالقرب من الجحر. وعلى النقيض من ذلك.. كانت النموس أبطأ في الاقتراب عند تشغيل ضوضاء الطريق، وأبدت استجابات مماثلة، لوجود فضلات كل من الحيوانات المفترسة وآكلات العشب.

قد يصرف التلوث الضوضائي انتباه النمس، ويزيد الإجهاد، مما يُضْعِف سلوك المخلوقات الطبيعي لمقاومة المفترس، وفقًا لقول الباحثين.

***Curr. Biol.* 26, R911–R912 (2016)**

JOEL SARTORE/GETTY

ثلاثون يومًا موجز الأخبار

MASSIMO PERCOSSI/ANSA/AP

أقوى زلزال في إيطاليا منذ عقود

ضرب وسط إيطاليا ـ في الثلاثين من أكتوبر الماضي ـ أقوى زلزال تشهده البلاد منذ عام 1980، وكان بقوة 6.6 درجة. وقع مركز الزلزال على بعد نحو 115 كيلومترًا شمالي شرق مدينة روما. وقد عانت مدينة أركواتا ديل ترونتو من أضرار جسيمة، كما دُمرت كاتدرائية مدينة نورشيا، ولم تسفر أيّ أنباء عن وقوع وفيات. قالت وكالة الحماية المدنية في إيطاليا إن أكثر من 15 ألف شخص يعيشون حاليًّا في مأوى مؤقت. جاء الزلزال عقب سلسلة من اهتزازات أرضية وقعت في الأسبوع الأخير من أكتوبر الماضي، وقد أُخليت مدن عديدة بالفعل عقب الزلزال، الذي ضرب المنطقة نفسها في الرابع والعشرين من أغسطس بقوة 6.2 درجة؛ وتَسَبَّب في مقتل حوالي 300 شخص، غالبيتهم في مدينة أماتريس (في الصورة). هذا.. ولطالما كان الجيوفيزيائيون يشعرون بالقلق إزاء النشاط المستمر في نظام الصدوع المعقد بالمنطقة.

سياسات

قانون DNA الكويتي

تنظر دولة الكويت حاليًّا في تخفيف قانون مثير للجدل، يُلْزِم بجَمْع بيانات الحمض النووي من المواطنين، والمقيمين، والزائرين. كانت الحكومة قد ذكرت أن البيانات ستُستخدَم في محاربة الإرهاب، إلا أن هذا القانون ـ الذي تمت الموافقة عليه في يوليو 2015 ـ واجه موجة واسعة من الانتقادات من العلماء ومجموعات حقوق الإنسان، إلى جانب قيام إحدى مؤسسات المحاماة الكويتية في سبتمبر بالطعن في دستوريته. وفي سياق متصل.. طلب أمير الكويت مراجعة القانون في التاسع عشر من أكتوبر الماضي. ووفقًا لما ذكره المحامي الكويتي عادل عبد الهادي، صاحب مؤسسة المحاماة التي قَدَّمَت الطعن، فإنّ القانون لن يُطَبَّق في شكله الحالي، وفي الأغلب ستُجرَى عليه بعض التعديلات، بحيث يُطَبَّق فقط على المتهمين، أو المُدَانين بارتكاب جرائم.

ملايين خضراء

في الرابع عشر من أكتوبر الماضي، وافق صندوق المناخ الأخضر ـ الذي تستخدمه الأمم المتحدة كآليّة لمساعدة الدول النامية على مواجهة التغير المناخي ـ على طلبات مِنَح بقيمة 745 مليون دولار أمريكي. وسوف تُوَجَّه الأموال إلى تنفيذ 10 مشروعات جديدة في 27 دولة. وخصص الصندوق ـ الذي لم ينفق أيّ شيء من أمواله منذ إنشائه قبل ست سنوات ـ مبلغًا إجماليًّا قدره 1.17 مليار دولار للدول النامية. وعقد مجلس إدارة الصندوق اجتماعًا في مدينة سونجدو في كوريا الجنوبية، واختار فيه هوارد بامسي ـ المدير العام السابق لمعهد "جلوبال جرين جروث"، والمبعوث الخاص لأستراليا بشأن التغير المناخي ـ ليشغل منصب المدير التنفيذي للصندوق. وسيحلّ بامسي محل هالة شيخ روحو، التي اختيرت لتشغل منصب وزيرة الطاقة والمناجم والطاقات المتجددة في الحكومة التونسية.

أحداث

أكبر محميَّة بحرية

في تطوُّر دبلوماسي، وافقت 24 دولة، إلى جانب دول الاتحاد الأوروبي ـ في الرابع والعشرين من أكتوبر الماضي ـ على إنشاء أكبر محميَّة بحرية في العالم في المحيط الجنوبي. يهدف الاتفاق ـ الذي سوف يدخل حيز التنفيذ في شهر ديسمبر 2017 ـ إلى حماية 1.55 مليون كيلومتر مربع من بحر روس ـ وهو خليج عميق في القطب الجنوبي، يقع على بعد 3,500 كيلومتر جنوب نيوزيلندا ـ من الصيد التجاري، وأنشطة استخراج المعادن. لقد أصبح الاتفاق ممكنًا، بسبب موافقة روسيا عليه، بعد أن ظلت تعارضه لفترة طويلة.

تجربة كوبية -أمريكية

أعلن أندرو كيومو، عمدة ولاية نيويورك ـ في السادس والعشرين من أكتوبر الماضي ـ عن إجراء أول تجربة إكلينيكية أمريكية على الإطلاق لإحدى التقنيات الحيوية التي طُوِّرَت في كوبا، في مركز بحثي للأمراض السرطانية بالولاية. تُعَدّ التجربة ثمرة جهد تعاوني بين مركز هافانا للمناعة الجزيئية "CIM"، ومعهد روزويل بارك للسرطان في بافالو، وستختبر اللقاح العلاجي CIMAvax-EGF، الذي طوره المركز لعلاج المرضى المصابين بسرطان الرئة. اعتُمد اللقاح بالفعل للاستخدام في خمس دول على الأقل، ويرى الباحثون في كلتا المؤسستين أنه يمكن استخدامه في النهاية للوقاية من سرطان الرئة في الأشخاص المعرضين للإصابة به. تدل التجربة على تحسُّن العلاقات بين كوبا والولايات المتحدة، وذلك في أعقاب ما جاء في إعلان خاص بسياسات وزارة الخزانة الأمريكية في أكتوبر الماضي بشأن السماح للعلماء الأمريكيين بالتعاون بحُرِّيَّة أكبر مع نظرائهم الكوبيين.

تحطيم الأرقام

193 كيلومترًا

بلغت المسافة التي قطعتها أول رحلة تجارية لشاحنة ذاتية القيادة 193 كيلومترًا، حيث أوصلت شركة النقل "أوتو" Otto ـ المملوكة لـ "أوبر" ـ 51,744 من معلبات بيرة "بدوايزر" من مدينة فورت كولينز بولاية كولورادو إلى مدينة كولورادو سبرينجز.

المصدر: أوتو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

خطة حضرية أُممية

وافق مندوبون من 167 دولة ـ في العشرين من أكتوبر الماضي ـ على تعزيز التنمية الحضرية المستدامة، وذلك في مؤتمر الأمم المتحدة المعنِيّ بالإسكان والتنمية الحضرية المستدامة (الموئل الثالث)، الذي انعقد في مدينة كيتو في الإكوادور. وافق الحضور على الخطة الحضرية الجديدة، وهي وثيقة غير مُلْزِمة قانونًا، تضع أهدافًا عامة لدعم تحسين مستوى المدن، من حيث النظافة، والصحة، وزيادة الاندماج الاجتماعي. وتتضمن الخطة دعوة عالمية لإتاحة وصول الجميع إلى خدمات الطاقة الحديثة مع الالتزام بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة. ومع ذلك.. ترى منظمات علمية، مثل "فيوتشر إيرث" Future Earth، و"إنترنشونال كاونسل فور ساينس" International Council for Science أنّ الاتفاقية تفتقر إلى عامل السرعة، وتطالب بعمل خطة تدعو إلى مشاركة العلماء، وتحقِّق أهداف التنمية المستدامة للأمم المتحدة.

الفضاء

موقع التحطُّم

NASA/JPL

أصدرت "ناسا" صورًا توضح المزيد من التفاصيل بشأن الموقع الذي شهد نهاية المسبار "سكياباريلي" ـ التابع لوكالة الفضاء الأوروبية ـ على سطح المريخ في أكتوبر الماضي. أظهرت الصور التي التقطتها مركبة المريخ المدارية التابعة لوكالة "ناسا" ـ في الخامس والعشرين من أكتوبر الماضي ـ ثلاثة مواقع لتحطُّم المسبار (**في الصورة**)، تبعد عن بعضها بعضًا بمسافة 1.5 كيلومتر، ويُرَجَّح تكوُّن حفرة ضحلة نتيجة للارتطام. وتشير المؤشرات الأولية إلى أن الارتطام نتج عن خطأ في حساب المسبار لارتفاعه أثناء عملية الهبوط التي امتدت لست دقائق؛ ما جعل المسبار يعتقد أنه على ارتفاع أقل مما كان عليه بالفعل، وفتح الباراشوت مبكرًا جدًّا. يُذكر أن المركبة هي جزء من مهمة أوروبية روسية، تهدف إلى اختبار تقنية هبوط، تمهيدًا لإرسال بعثة مستقبلية إلى المريخ.

منشآت

"نايكي" تموِّل العِلْم

أعلن فيل نايت، الشريك المساهم في تأسيس عملاق الملابس الرياضية "نايكي"، وزوجته بيني ـ في السابع عشر من أكتوبر الماضي ـ أنهما سيمنحان جامعة أوريجون في إيوجين500 مليون دولار أمريكي؛ لإنشاء مركز لتسريع تأثير العِلْم Campus for Accelerating) Scientific Impact). سيضم المركز العشرات من العلماء، والمئات من الطلبة وحمَلة الدكتوراة. يُعَدّ الدعم الخيري المقدَّم من نايت هو الجزء الأول من مبادرة تتطلع إليها الجامعة، قدرها مليار دولار أمريكي، موجَّهة من أجل تحويل الاكتشافات العلمية إلى ابتكارات. وتُعَدّ هذه المنحة إحدى كبرى المِنَح المقدَّمة إلى جامعة حكومية على الإطلاق. ويجدير بالذكر أنّ فيل نايت قد تخرَّج في جامعة أوريجون في عام 1959.

مركز "الدفع الجينيٍ"

منحت منظمةٌ خيرية هندية جامعةً في كاليفورنيا مبلغ 70 مليون دولار أمريكي؛ لتطوير أدوات وراثية لمكافحة البعوض. وقد أُعلِن عن المنحة المقدَّمة من منظمة "تاتا تراستس" Tata Trusts في مومباي في الثالث والعشرين من أكتوبر الماضي، وستمول إنشاء "معهد تاتا لعلم الوراثة والمجتمع" بجامعة كاليفورنيا في سان ديجو. يخطط المعهد لتطوير تقنية الدفع الجيني ـ التي تستطيع نشر طفرة جينية بسرعة عبر مجموعات الكائنات الحية ـ لمكافحة البعوض الحامل لميكروب الملاريا، واستخدامها في تطبيقات أخرى، مثل تحسين المحاصيل.

أبحاث

مجرّات كثيرة

أصدر فلكيون في الثاني عشر من أكتوبر الماضي ـ بمساعدة عشرات الآلاف من العلماء الهواة حول العالم ـ مجموعتين من البيانات حول أشكال ما يزيد على 168 ألف مجرّة. تُعَدّ البيانات جزءًا من مشروع "حديقة المجرّات" Galaxy Zoo، الذي بدأ في عام 2007، وضم متطوعين؛ بغرض تصنيف حوالي مليون مجرّة، باستخدام "مسح سلوان الرقمي للسماء" SDSS. تتضمن أحدث المشروعات (الموضحة في ورقتين بحثيتين على الموقعين: https://arxiv.org/abs/1610.03070;2016 ، وhttps://arxiv.org/abs/1610.03068;2016) تفصيلًا لمجرّات أبعد، مصحوبة بصور التقطها تليسكوب "هابل" الفضائي لمجرّات تقع على بُعْد يصل إلى 3.6 مليار فرسخ فلكي (12 مليار سنة ضوئية). قد تساعد هذه النتائج علماء الفلك على فَهْم كيفية تطوُّر المجرّات.

تحيُّز ضد المرأة

ذكر تحليلٌ منشور على الخادم "أركايف" arXiv ـ في الخامس من أكتوبر الماضي ـ (F. Patat Preprint at https://arxiv.org/abs/1610.00920; 2016) أن العلماء الإناث يُخَصَّص لهن وقت أقل في المرصد الأوروبي الجنوبي، مقارنةً بنظرائهن من الذكور. ووجدت الدراسة ـ التي أُجريت على 13 ألف طلب، و3 آلاف باحث رئيس ـ أن 16% من الطلبات التي قدَّمَتها باحثات تمَّت الموافقة عليها، بينما تفوَّق عليهن الرجال بنسبة 22%. تقول الدراسة إن السبب الاساسي لهذا التباين هو على الأغلب أن الرجال الذين يتقدمون بالطلبات يشغلون ـ في المتوسط ـ مناصب بحثية أرفع من النساء، وأن روّاد الفضاء الذين يشغلون مستويات وظيفية أعلى حصلوا على تقييمات أعلى لطلباتهم أثناء عملية المراجعة.

مراقبة الاتجاهات

ذكر تقرير سنوي ـ في الرابع والعشرين من أكتوبر ـ أن متوسط مستوى ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي في عام 2015 اقترب من الوصول إلى الحد الرمزي، البالغ 400 جزء في المليون. تجاوزت نِسَب ثاني أكسيد الكربون هذا الحد في أشهر معينة، إلا أن المتوسط السنوي العالمي لم يصل إلى هذا الرقم قط منذ بدء عمليات الرصد والتسجيل. وتسببت ظاهرة "إلنينيو" القوية في هذه الزيادة التي بدأت منذ عام 2014، إذ انخفضت معدلات ثاني أكسيد الكربون التي تستهلكها النباتات الطبيعية بسبب الجفاف. وتشير البيانات الأولية إلى أن مستويات ثاني أكسيد الكربون العالمية قد تبقى فوق 400 جزء في المليون بشكل دائم في عام 2016.

ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي يتخطى الحد الرمزي

أعلنت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية أن ظاهرة "إلنينيو" الدافئة القوية ـ التي حدثت في العام الماضي ـ تسببت في رفع مستويات ثاني أكسيد الكربون في عامي 2014، و2015؛ لتتخطى متوسطها السنوي في الأعوام العشرة الماضية.

معدل زيادة ثاني أكسيد الكربون (جزء في المليون سنويًّا)

3
2
1
0

2010 2000 1990 1980 1970 1960

1991: انفجار بركان جبل بيناتوبو بالفلبين.

بناء على بيانات شبكة الرصد العالمية، التابعة للإدارة الوطنية للمحيطات والغلاف الجوي

SOURCES: *GREENHOUSE GAS BULL.* OF WORLD METEOROL. ORG/NOAA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضوء

أبحاث السرطان علاج واحد باستخدام الخلايا التائية يثير مخاوف بشأن مدى أمانه **ص. 20**

علم الأحياء الإنجابية إنتاج بويضات فأر من خلايا جلدية في طبق مختبري لأول مرة **ص. 21**

الأمراض المعدية أمريكا الجنوبية تستضيف أكبر تجربة لمكافحة "زيكا" **ص. 23**

علم الوراثة كيف يمكن للبيانات الوراثية أن تعيد كتابة الآراء الراسخة حول مخاطر الأمراض **ص. 28**



PAUL NICKLEN/NATIONAL GEOGRAPHIC/GETTY

بحر روس في المحيط الجنوبي يُعَدّ واحدًا من الأنظمة البيئية الأقل تغيرًا على وجه الأرض، ويعجّ بمجموعة متنوعة من أشكال الحياة البحرية.

حماية البيئة

ضوء أخضر لإنشاء محميَّة المحيط العملاقة

احتفاء واسع النطاق باتفاقية دولية لإنشاء أكبر منطقة بحرية محمية في العالم بالقرب من القارة القطبية الجنوبية، باعتبارها انفراجة دبلوماسية.

كويرين شيرماير

في الثامن والعشرين من أكتوبر الماضي، وبعد سنوات من المحادثات التي لم تُكَلَّل بالنجاح، اتفقت أربع وعشرون دولة والاتحاد الأوروبي على إنشاء أكبر محمية بحرية على وجه الأرض ـ يبلغ حجمها ضعف حجم ولاية تكساس تقريبًا ـ في المحيط الجنوبي، قبالة ساحل القارة القطبية الجنوبية. ويمثِّل هذا الاتفاق علامة فارقة في جهود الحفاظ على المحيطات، وكذلك في علاقة روسيا ببقية دول العالم.

يحظر هذا الاتفاق الدولي الصيد التجاري واستغلال المعادن في مساحة تبلغ 1.55 مليون كيلومتر مربع من بحر روس، وهو خليج عميق بالقطب الجنوبي، على بُعْد 3500 كيلومتر جنوب نيوزيلندا. وهذه هي المرة الأولى التي يتفق فيها عدد من الدول على حماية مساحة كبيرة من أعالي البحار، وهي المناطق المحيطية التي لا تخضع للوائح تنظيمية، نظرًا إلى أنها لا تقع تحت ولاية دولة واحدة بعينها. وسوف يدخل الاتفاق حيز التنفيذ في ديسمبر من عام 2017.

وقَّع الاتفاقية أعضاء لجنة حفظ الموارد البحرية الحية في القارة القطبية الجنوبية، وسط ترحيب واحتفاء كبيرين في اجتماعٍ عُقد في مدينة هوبارت بأستراليا، وقد انتقلت الاتفاقية إلى أرض الواقع بعد موافقة روسيا، التي عارضت الاتفاق طويلًا. يقول بيتر جونز، وهو متخصص في الحوكمة البيئية البحرية بكلية لندن الجامعية: "إن الدعم الروسي لأي اتفاقية يمثل إشارة إيجابية للغاية في ظل الأوضاع السياسية الراهنة".

ويأمل العلماء الآن أن تتسارع الجهود المبذولة لحماية المناطق البحرية، لا سيما المناطق الأخرى ذات الأهمية البيئية الكبيرة حول القارة القطبية الجنوبية. ويقول دانيال بولي ـ عالِم الأحياء البحرية في جامعة بريتش كولومبيا في فانكوفر بكندا، والذي دق قبل فترة طويلة ناقوس الخطر بشأن حالة محيطات العالم ـ إن هذه المحمية تمثل ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حماية البحار

تشمل المحمية البحرية المنشأة حديثًا في بحر روس ـ بالقرب من القارة القطبية الجنوبية ـ مستويات مختلفة من الحماية.

"منطقة أبحاث الكريل" تسمح بالصيد الخاضع للرقابة "صيد الكريل لأغراض بحثية" **322 ألف** كيلومتر مربع

منطقة محمية تمامًا **1,117,000** كيلومتر مربع

منطقة أبحاث خاصة تسمح بصيد محدود لكل من الكريل والسمك المسنن "لأغراض بحثية" **110 آلاف** كيلومتر مربع

إجمالي المساحة البحرية المحمية **1,550,000** كيلومتر مربع

القارة القطبية الجنوبية

بحر روس

الجرف الجليدي لبحر روس

المحيط الجنوبي

SOURCE: ANTARCTIC OCEAN ALLIANCE

"المسمار الأول في نعش فكرة أننا لا نستطيع أن نفعل شيئًا لحماية أعالي البحار".

وقد ناقش أعضاء لجنة حفظ الموارد البحرية الحية في القارة القطبية الجنوبية مقترحَ محمية بحر روس، منذ أن تقدمت به الولايات المتحدة الأمريكية ونيوزيلندا في عام 2012. يقول المراقبون إنّ تغيُّر موقف روسيا قد يكون نتيجة لمحادثات تمت وراء الكواليس حول هذه القضية في الأشهر الأخيرة بين وزير الخارجية الأمريكي، جون كيري، ونظيره الروسي، سيرجي لافروف.

ويُعتبر بحر روس في حالة جيدة نسبيًّا، ولكن نشاط صيد السمك يتزايد؛ وقد بدأ هذا يؤثر على أعداد السمك المسنن الأنتاركتيكي المفترس (*Dissostichus mawsoni*)، وتَسَبَّب أيضًا في انخفاض أعداد كريل القطب الجنوبي (*Euphausia superba*)، وهي من القشريات الشبيهة بالجمبري، وكائنات أساسية في السلسلة الغذائية البحرية قبالة القارة القطبية الجنوبية، غير أن هذه الصفقة تشمل بعض التنازلات، التي يقول عنها جونز إنها ربما كانت ضرورية لكسب تأييد روسيا، التي تدير أسطول صيد كبيرًا في المنطقة.

ستكون جميع الأنشطة البحرية التجارية محظورة في الجزء الأكبر من المحمية - 1.2 مليون كيلومتر مربع – ولكن سيُسمح بالصيد الخاضع للرقابة، المعروف باسم «الصيد لأغراض بحثية»، في منطقة أخرى هي «منطقة أبحاث الكريل»، التي تبلغ مساحتها 322 ألف كيلومتر مربع؛ كما ستصبح مساحة أخرى قدرها 110 آلاف كيلومتر مربع «منطقة أبحاث خاصة» مفتوحة للصيد المحدود لكل من الكريل، والسمك المسنن الأنتاركتيكي (انظر: «حماية البحار»). ومن ثم، فعلى الرغم من أن المساحة الإجمالية للمحمية البحرية أكبر من المحمية التي تليها في القائمة من حيث المساحة – وهي النصب التذكاري القومي البحري الأمريكي «Papahānaumokuākea» بالقرب من هاواي – فإنّ المساحة التي يحظر فيها الصيد تمامًا أصغر قليلًا.

وفي الوقت الراهن، يشير بند انتهاء فترة سريان الاتفاق إلى أن هذا الاتفاق يَسْرِي على المنطقة المعنية لمدة 35 عامًا، وهو ما يعني أن هذه المنطقة لا تستوفي تمامًا شروط إعلانها «منطقة بحرية محمية» بموجب القواعد الصارمة التي حددها الاتحاد الدولي لحماية الطبيعة. ويقول مايك ووكر، مدير مشروع تحالف المحيط المتجمد الجنوبي، وهي مجموعة بيئية في واشنطن العاصمة: "إن هذا أمر مؤسف حقًّا، ولكننا واثقون من أن صانعي القرارات سيدركون أن أفضل طريقة للحفاظ على المحيط هي حمايته إلى الأبد".

إشادة علمية

بصورة عامة، تفاعَل العلماء بحماس مع القرار؛ حيث تقول كيرستن جرورد كولفيرت ـ عالمة الأحياء البحرية في جامعة ولاية أوريجون في كورفاليس ـ إنّ بحر روس يحتوي على واحد من الأنظمة البيئية الأقل تغيرًا على وجه الأرض، ولكن هذا النظام البيئي مُعَرَّض للاضطراب، بفعل الأنشطة البشرية، وآثار تغير المناخ. وتضيف: "إنّ عزل منطقة لتكون خالية من ضغوط الصيد في هذه المحمية البحرية يوفر نقطة مرجعية، ومكانًا لإجراء الأبحاث؛ لتقييم كيفية استجابة الأنظمة البيئية للتغيرات المناخية، وتعلُّم كيفية تعزيز صمودها".

ويضيف بولي: "هذا يعني أننا سوف نحمي واحدًا من آخِر أجزاء العالم التي تمتلك نظامًا بيئيًّا طبيعيًّا فعالًا، يحتوي على مجموعة كاملة من الثدييات البحرية والطيور البحرية، وغيرها من أشكال الحياة البحرية الأخرى".

ويحذِّر آخرون من أن مناطق حماية المحيطات وحدها لن توقف تدهور التنوع البيولوجي البحري، وأنها لا تقدِّم حلًّا للصيد الجائر، لأنها قد تنقل الصيد إلى مكان آخر فحسب. يقول راي هيلبرون، المتخصص في دراسة مصائد السمك في جامعة واشنطن في سياتل: "إذا كان الصيد هو المشكلة؛ فينبغي تقليل ضغط الصيد، وليس نقله إلى مكان آخر. وفي الواقع، إنّ المناطق البحرية المحمية قد تعني نقل المشكلات إلى مكان آخر فحسب".

ومِن المقرر في العام المقبل أن يناقش أعضاء لجنة حفظ الموارد البحرية الحية في القارة القطبية الجنوبية مقترحات أخرى؛ لإنشاء مناطق محمية بحجم مماثل تقريبًا قبالة ساحل شرق القارة القطبية الجنوبية، وفي بحر ويدل. وفي الوقت نفسه، تعمل شيلي والأرجنتين على مقترح لحماية أعالي البحار المحيطة بشبه الجزيرة القطبية الجنوبية، وهي الجزء الذي يتعرض لارتفاع درجات الحرارة بوتيرة أسرع من الأجزاء الأخرى في القارة المتجمدة. ■

تطوير الدواء

مخاوف الأمان تهدد علاج واعد للسرطان

مع اقتراب علاج الأورام الأول الذي يَستخدِم الخلايا التائية من الحصول على موافقة الولايات المتحدة، يتسابق الباحثون لهندسة نسخٍ منه أقل سُمِّيَّة.

هايدي ليدفورد

علاج جديد رائد يعمل من خلال توظيف الخلايا المناعية التائية لمحاربة السرطان، يشق طريقه الآن نحو الجهات التنظيمية، مدعَّمًا بنجاحه الإكلينيكي غير المسبوق، ووفرة المستثمرين المهتمين به، إلا أنّ تقدُّم العلاج الجديد – واسمه CAR-T - أعاقته السُّمِّيَّة المرافِقة لاستخدامه، بعد ورود تقارير عن عدة حالات وفاة حدثت أثناء التجارب الإكلينيكية المجراة لاختباره. وحتى مع استعداد أول شركة للتقدم بطلب إلى إدارة الغذاء والدواء الأمريكية في نهاية هذا العام، يسعى العلماء جاهدين لجعل استخدام الخلايا التائية فائقة الشحنة أكثر سلامة.

يقول أنتوني واكر ـ وهو شريك إداري في شركة «ألاكريتا» Alacrita الاستشارية في لندن ـ إن القيام بذلك أمر ضروري؛ من أجل توسيع نطاق استخدام العلاج. ويتابع: "في اللحظة الحالية، يبدو كعلاج بُطُولِيّ"، فهو علاج منهِك، يمكن استخدامه مع أولئك الذين لم تنجح معهم أي علاجات أخرى. "يمكنه في بعض الأحيان إنقاذ المرضى الذين لا يفصلهم عن الموت سوى القليل".

تبدأ أغلب خطوات علاج CAR-T بجمع خلايا دم بيضاء من المريض، ثم غربلة الخلايا التائية منها، التي يتم هندستها، بحيث تتمكن من تمييز الخلايا السرطانية؛ ومن ثم تُعاد للمريض، كي تبدأ معركتها في الجسم. وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحًا ملحوظًا في سرطان الدم والأورام الليمفاوية، إذ إنه في إحدى الدراسات، اختفت كل علامات سرطان الدم لدى 90% من المرضى الذين تَلَقُّوا العلاج (S. L. Maude *et al*. *N. Engl. J. Med*. **371**, 1507–1517; 2014).

وأثارت مثل هذه النتائج حماس المستثمرين. يقول واكر: "أشعلت النتائج المجال كله". بدأت شركة المستحضرات الدوائية السويسرية العملاقة «نوفارتِس» Novartis الاستثمار في التقنية في عام 2012. وفي عام 2014، استطاعت شركة «كايت فارما» Kite Pharma في سانتا مونيكا بكاليفورنيا ـ المختصة بعلاج CAR-T ـ جمع 128 مليون دولار أمريكي، عقب طرح أسهمها للتداول. وبعد بضعة أشهر، قامت إحدى منافساتها، وهي شركة «جونو ثيرابيوتكس» Juno Therapeutics في سياتل بواشنطن بجمع 264 مليون دولار في طرحها الأولي العام.

تسارِع شركة «كايت» الآن لتصبح أول مَن يطرح علاج CAR-T في الأسواق. وكانت الشركة قد حددت الثامن عشر من شهر أكتوبر الماضي موعدًا لإبلاغ المستثمرين بآخِر المستجدات حول خطتها لتصنيع وبيع هذا العلاج المعقد، الذي تتوقع إصداره في عام 2017، غير أن سُمِّيَّة العلاج الجديد قد ثبطت من عزيمة بعض المستثمرين. ففي السادس والعشرين من سبتمبر الماضي، أعلنت شركة «كايت» نتائج التجارب الإكلينيكية التي ظهرت حتى الآن - والتي اعتبرها كثيرون ناجحة - لدى مرضى الأورام الليمفاوية اللاهودجكينية الشرسة (انظر: go.nature.com/2djdqen)، إلا أن حوالي ثلث المرضى تطورت لديهم آثار جانبية عصبية شديدة، وظهر في 18% منهم حالة مميتة، تُسمى متلازمة تحرُّر السيتوكين، التي قد تسبِّب فشل الأعضاء. كما توفي اثنان من المرضى الـ62، نتيجة لتلقِّي العلاج.

وبالنظر إلى التأثيرات القوية للعلاج، من غير المتوقع أن تثني سميته إدارة الغذاء والدواء الأمريكية عن الموافقة؛ حسب قول المحلل مايكل يي من بنك «آر بي سي كابيتال ماركتس» RBC Capital Markets الاستثماري في سان فرانسيسكو بكاليفورنيا. ويضيف قائلًا: "لقد تمكَّن العلاج من تحويل ما كان في الأصل حكمًا بالموت إلى احتمال للشفاء لوقت طويل"، إلا أن السُّمِّيَّة تُبقِي على مساحة للتطوير. فإحدى الطرق التي يعمل الباحثون على دراستها؛ بغية تعزيز سلامة العلاج، هي العمل على تحسين معايير اختيار جرعة الخلايا التائية، التي يتلقاها كل مريض. فعلاجات CAR-T عادةً تبدأ بخليط من عدة أنواع من الخلايا التائية، بعضها له وظائف مختلفة جدًّا عن البقية. "ليست كل الخلايا التائية متساوية"، كما يقول ستانلي ريدل، وهو عالِم متخصص في علم المناعة في مركز فريد هاتشينسون لأبحاث السرطان في سياتل. ولصنع مزيج أفضل من الخلايا التائية، يعمل مختبر «ريدل» أولًا على فرز الأنواع المختلفة من الخلايا، ثم مزجها مرة أخرى بنِسَب محددة. وحتى الآن، كما يقول، تشير التجارب التي خضع لها 140 مريضًا إلى أن هذه الطريقة تقدِّم قدرة أفضل على التحكم في الجرعة والسُّمِّيَّة (انظر: على سبيل المثال, C. J. Turtle *et al*. *J. Clin. Invest*. **126**, 2123–2138; 2016).

«لقد تمكَّن العلاج من تحويل ما كان في الأصل حكمًا بالموت إلى احتمال للشفاء لوقت طويل».

وقد قامت مجموعات أخرى بتطوير «مفتاح انتحار»؛ من أجل "إطفاء" خلايا CAR-T في الجسم. فإذا ما زادت السمية، وخرجت عن السيطرة؛ عندها يمكن للأطباء إعطاء عقار يشغل هذا المفتاح - وهو نسخة معدلة من بروتين كاسبيز -9 - ليقوم بدفع خلايا CAR-T؛ لتحطيم نفسها.

بيد أن هذه الطريقة لم تلق صدى واسعًا بين الباحثين الإكلينيكيين، الذين عادةً ما يتَّجِهون إلى معالجة التفاعلات السمية التي يُحْدِثها تناول الدواء مع أدوية أخرى، بدلًا من المخاطرة بوقف العلاج ككل، حسبما أشار ميشيل سادلين، وهو عالِم متخصص في علم المناعة في مركز ميموريال سلون كيترينج للسرطان بمدينة نيويورك. ويقول واكر: "ما تقوم به هو أنك تحطِّم دواءك باهظ الثمن، بعد أن أعطيته للمريض".

أمّا مالكوم برينر - من كلية بايلور للطب في هيوستن بتكساس – فهو يرى أن المفتاح لا يعمل بطريقة "كل شيء، أو لا شيء"، فإضافة القليل من الدواء المنشط يمكنها أن تقلِّل الآثار السمية، دون قَتْل كل الخلايا التائية المهندَسة.

ويَستخدِم مايكل براون ـ وهو طبيب إكلينيكي، وباحث في السرطان بمستشفى أديليد الملكي في أستراليا ـ نهج «مفتاح الانتحار» في تجاربه الإكلينيكية لعلاج CAR-T؛ من أجل معالجة سرطان الخلايا الصبغية. وحتى الآن، لم يَحْتَجْ أيٌّ من المرضى استخدامه، كما يقول، إلا أن وجود المفتاح يُشْعِره بالأمان أكثر نحو التجربة، حيث تَستهدِف الخلايا التائية نوعًا من البروتين المنتشر أكثر في سرطان الخلايا الصبغية، والموجود كذلك بمستويات منخفضة في خلايا الدماغ الطبيعية.

ويأمل كثير من الباحثين أن يعيدوا إنتاج نجاح علاج CAR-T الظاهر في أنواع سرطان الدم؛ لعلاج الأورام الصلبة، مثل سرطان الخلايا الصبغية. وكما يفعل براون، فإنهم يثابرون لإيجاد بروتينات على الخلايا السرطانية، لا توجد في الأنسجة الطبيعية، يمكنها أن تكون هدفًا ملائمًا لمهاجمتها من قِبَل الخلايا التائية. وتكمن إحدى طرق تحقيق ذلك في التركيز على بروتينات متعددة تظهر على الخلايا السرطانية، حسب قول سادلين. ومن ثم، يهاجم العلاج فقط الخلايا التي تُظْهِر جميع تلك البروتيناتً، وذلك من أجل طرح طريقة أكثر دقة لتمييز الخلايا الورمية؛ لتدميرها.

وتتجه الأنظار حاليًّا نحو شركة «كايت»؛ لمعرفة ما إذا كانت ستتمكن من الحصول على ترخيص الجهات التنظيمية، أم لا؛ لطرح الدواء الخاص بها في المستشفيات. ويراهن واكر بأنه حتى إذا نجحت الشركة في هذا، فلن يكون العلاج سوى بداية لقائمة طويلة من علاجات CAR-T. يقول واكر: "لا زلنا في مرحلة مبكرة في هذا المجال.. فلو قمت بتقديم الزمن لعشر سنوات، أو خمس عشرة سنة؛ أعتقد أننا حينها لن نستطيع تمييز شيء". ■

STEVE GSCHMEISSNER/SPL

خلايا ليمفاوية أثناء الانقسام، يمكن تحطيمها بعلاج CAR-T.

علم الأحياء الإنجابية

إنتـــاج بويضــات فأر داخــل المختبــر

أوّل بويضات تُنتَج بالكامل في طبق مختبري.. تدعو إلى إثارة نِقَاش حول استخدام هذه التكنولوجيا في البشر.

ديفيد سيرانوسكي

في إنجاز لم يسبق له مثيل في علم الأحياء الإنجابية، قام علماء من اليابان بتحويل خلايا فأر جلدية إلى بويضات في أطباق مختبرية، واستخدموا تلك البويضات لتوليد فئران وَلّادة. يشير التقرير المنشور حول هذا الأمر إلى كون تلك العملية هي أوّل عملية تخليق لبويضات فأر تتم بالكامل خارج جسم الحيوان. ويأمل الباحثون أن يتمكنوا من تكييف هذه العملية؛ لإنتاج بويضات بشرية داخل المختبر أيضًا.

قاد كاتسوهيكو هاياشي ـ وهو عالِم في مجال الأحياء الإنجابية بجامعة كيوشو في فوكوكا ـ المجموعة ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◄ التي أعلنت عن ذلك الإنجاز في يوم 17 من أكتوبر الماضي في دورية Nature (O. Hikabe *et al*. Nature http://doi.org/brxt; 2016). كان هاياشي، وميتينوري سايتو ـ عالِم الأحياء المتخصص في الخلايا الجذعية ـ قد أعلنا في عام 2012 أثناء عملهما بجامعة كيوتو عن أَخْذهما الخلايا الجلدية، والعمل عليها؛ لإرجاعها إلى الخلف عبر مسار تطورها، نحو تحويلها إلى بويضات؛ وذلك من خلال إعادة برمجتها؛ لتتحول إلى خلايا جذعية تشبه الخلايا الجنينية، ثم إلى خلايا جنسية أوّليّة (PGCs). تظهر هذه الخلايا المبكرة مع نمو الجنين، وتنشأ عنها ـ في وقت لاحق ـ الحيوانات المنوية، أو البويضات. ولكي يتم دَفْعها لتكوِّن بويضات ناضجة، كان على الباحثين نَقْلها إلى مبايض فئران حية. ومن ثم، جاءت النقلة التطورية التالية في شهر يوليو من عام 2016، عندما أعلن فريق يقوده يايوي أوباتا ـ من جامعة طوكيو للزراعة ـ عن تحويل الخلايا الجنسية الأوّليّة المستخرَجة من أجِنّة الفئران إلى خلايا بيضية oocytes، دون استخدام ثدييات حية. ومؤخرًا، وبالعمل مع أوباتا، استطاع هاياشي وسايتو استكمال العمل؛ فتمكنوا من تحويل الخلايا الجلدية إلى بويضات وظيفية في طبق مختبري. وباستخدام تقنيات التلقيح داخل المختبر، وُلد 26 فأرًا بصحة جيدة، ويُوجد من هذه الفئران مَن أنجب ذرية جديدة فيما بعد.

"إنه لأمر مدهش حقًّا"؛ حسب تعليق جاكوب حنا، عالِم الأحياء المتخصص في الخلايا الجذعية بمعهد وايزمان للعلوم في رحوفوت بإسرائيل. ويضيف: "الأمر الأكثر إثارة هو أن تكون قادرًا على صنع خلايا بيضية قوية لفأر، مرارًا وتكرارًا، وذلك في عملية تتم بالكامل في طبق مختبري، وأن ترى العملية برمّتها، بدون غموض شبيه بالصندوق الأسود الذي يحيط بالمسألة، إذا اضطررت للقيام بأيٍّ من تلك الخطوات في الحيوانات المضيفة". يقول هاياشي إن الإجراء يمثل تحديًا تقنيًّا، بيد أن مجموعات مختلفة في مختبره تمكنت من إعادة أدائه بنجاح. وبرغم أن فريق العمل لم يكن بحاجة إلى زرع الخلايا الجنسية البَدئية في الفئران الحية، إلا أنه تعيَّن عليهم إضافة خلايا من مبايض أجنة فأر أخرى، ما ينشئ ـ بشكل فعال ـ عضوًا داعمًا شبيهًا بالمبيض، يمكن للبويضات أن تنمو بداخله.

يقول هاياشي إن العمل سيساعده على دراسة نمو البويضة؛ فهو لا يحاول الآن صنع بويضات بشرية وظيفية في المختبر، لكنه يتوقع أن يحاول آخرون فعل ذلك. يقول حنا: "لا أعتقد أن العملية ستكون أكثر تعقيدًا بكثير". كما يعتقد هاياشي أنه يمكن إنتاج بويضات بشرية "شبيهة بالخلايا البيضية" في غضون عشرة أعوام من الآن، إلا أنه يشك في أن تكون جودتها عندئذ عالية بما يكفي لاستخدامها لعلاج خلل الخصوبة. ففي الدراسة التي أجراها، نتج عن نسبة 3.5% فقط من الأجنة في المراحل المبكرة التي نشأت من بويضات اصطناعية فئران وليدة، مقارنةً بنسبة 60% من البويضات التي نضجت داخل فأر حي.

ومن جانبه، يقول آزيم صوراني ـ وهو رائد في هذا المجال، يعمل بجامعة كمبريدج في المملكة المتحدة ـ إنه من المتوقع أن يبدأ الآن الجدل حول أخلاقيات هذه التكنولوجيا. ويضيف: "هذا هو الوقت المناسب؛ لإشراك العامة في هذه المناقشات، قبل أن يصبح الإجراء ممكنًا في البشر بفترة كافية". ■


يمكن تحسين إنتاجية المحاصيل، ورفع كفاءة استخدام المياه، من خلال استخدام تقنيات أفضل للتحرير الجيني.

AFP/GETTY

علم النبات

طريقة أفضل لاختراق الحمض النووي النباتي

كلما فتح التحرير الجيني أبوابًا جديدة؛ زاد لدى باحثي المحاصيل الشعور بالعجز، بسبب حاجتهم إلى أدوات أحدث.

هايدي ليدفورد

عندما تَجَمَّع مهندسو المحاصيل من جميع أنحاء العالم في لندن في أواخر أكتوبر الماضي، كانت أهدافهم البحثية طموحة، وتتمثل في إنتاج نوع من الأرز يستخدِم الماء بشكل أكثر كفاءة، وحبوب تحتاج إلى أسمدة أقل، ونوع من نبات «الكسافا» عالي الإنتاجية، يَستخدِم التمثيل الضوئي بالشحن التوربيني؛ للحصول على الطاقة.

كان الـ150 شخصًا الحاضرين لورشة عمل اتحاد هندسة المحاصيل يعجُّون بالأفكار، وكانوا محاطين بكثير من الأدوات الجزيئية. وبفضل التقدم المحرَز في مجال علم الأحياء التخليقية والنظم الآلية، تَبَاهَت مشروعات عديدة بأكثر من 1000 جين مهندَس وراثيًّا، وأدوات جزيئية أخرى جاهزة للاختبار في المحاصيل التي يختارها الباحث. وهنا، غالبًا ما يصل الباحثون إلى طريق مسدود. فالأساليب التي عفا عليها الزمن، والمستخدَمة من أجل توليد نباتات لها جينومات حسب الطلب – وهي عملية تُسمى «التحوير» – مرهقة، ولا يمكن الاعتماد عليها، كما تستغرق وقتًا طويلًا.

وردًّا على سؤال حول العقبات التي لا تزال موجودةً في هذا المجال، كانت لدى عالِم الأحياء النباتية التطورية جايلز أولدرويد ـ من مركز جون إينيس في نورويتش بالمملكة المتحدة ـ إجابة جاهزة: "المشكلة الكبيرة تكمن في تحسين عملية تحوير النبات".

ومن جانبه يقول دان فويتاس، عالِم بيولوجيا النبات في جامعة مينيسوتا في سانت بول: "إن ما نواجهه كلنا هو مشكلة التوصيل هذه، فلدينا كواشف قوية، لكن كيف يمكنك إيصالها إلى داخل الخلايا؟".

استمرت المشكلة ـ التي لا تزال قائمة ـ لعقود من الزمن، وهي تكمن في أنه من الصعب تعديل جينومات النباتات، ثم إعادة استيلاد نبتة كاملة من بضعة خلايا محوَّرة. تبدو تقنيات تحرير الجينوم ـ مثل تقنية كريسبر–كاس9 ـ أنها تَعِد بهندسة محاصيل متطورة لم تكن تخطر على البال من قبل، مما يزيد من إحباط الباحثين عندما يصطدمون بحائط سد قديم.

في يوم 28 سبتمبر الماضي، أقرّت مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية «NSF» بوجود هذا الإحباط، عن طريق إعلانها أنها ستقوم بتمويل البحوث التي تهدف إلى التوصل إلى طرق أفضل للتحوير الوراثي. وهذه هي واحدة من أربع نقاط يركِّز عليها برنامج بحثي جديد لجينوم النبات، من شأنه أن يتلقَّى إجمالًا مبلغ قدره 15 مليون دولار أمريكي.

يقول نيل ستيوارت، عالِم بيولوجيا النبات في جامعة تينيسي في نوكسفيل، الذي شارك في تنظيم ورشة عمل لمؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية عن تحوير النبات في نوفمبر الماضي: "يتفق الجميع على أن هذا هو حقًّا عنق الزجاجة في مجال هندسة الجينوم". ويضيف: "أعتقد أن هناك اهتمامًا كافيًا الآن بمحاولة التوصل إلى طرق لحل هذه المشكلة بالنسبة إلى المحاصيل الرئيسة".

محاصيل مستعصية

هناك نباتات - مثل نبات الرشاد الصغير (*Arabidopsis thaliana*)، وهو يعتبر "فأر التجارب" في بحوث النباتات - يتم تحويره بسهولة باستخدام نوع من البكتيريا التي يمكنها إضافة الجينات لجينومات النباتات. يُدْرِج الباحثون الجينات التي يرغبون في اختبارها في البكتيريا (*Agrobacterium tumefaciens*)، ومن ثم يتم استدراج الميكروب ليصيب الخلايا الإنتاجية في النبات. وبالتالي، مع إنتاج النبات لذرية جديدة، يظهر أن بعضًا منها يعبِّر عن جينات جديدة، إلا أن ذلك لا يحدث في محاصيل عديدة، ويؤدي استخدام بكتيريا *Agrobacterium* إلى زيادة التدقيق من قِبَل الجهات الحكومية، مثل وزارة الزراعة الأمريكية، إذ تُعتبر من الآفات النباتية. وكبديل لذلك، يمكن للباحثين استخدام «قاذف الجينات» الذي يُطلِق خرزات الذهب المغلَّفة بالحمض النووي إلى داخل الخلايا النباتية، ثم توضع هذه الخلايا في هرمونات النمو، ويتم التحايل عليها لإعادة إنتاج نبتة كاملة. وهناك نباتات ـ مثل الذُّرَة (maize) ـ تخضع بسهولة لهذه المعالجة، في حين لا يحدث ذلك مع نباتات أخرى، مثل القمح، والذرة البيضاء.

وبالنسبة إلى المحاصيل المستعصية، فقد يستغرق الأمر عدة أشهر من العمل الدؤوب لاستنبات الخلايا – بما يشمل تحسين ظروف النمو بالشكل الأفضل، وتحسين تركيز الهرمونات – لإعادة إنتاج النبتة الكاملة. تتفاوت الظروف اللازمة للنجاح، ليس فقط بين المحاصيل المختلفة، بل أيضًا بين النباتات المنتمِية إلى النوع نفسه.

تقول جويس فان إيك ـ وهي واحدة من هؤلاء المتخصصين في جامعة كورنيل في إثاكا بنيويورك ـ إن خبراء تحوير النباتات هم قلة نادرة. وفي ورشة العمل التي عُقدت في لندن، قالت: "يحتوي ما نقوم به على الكثير من الفن، ومن الصعب العثور على أشخاص يكونون قد حصلوا على هذا النوع من التدريب". أَضِف إلى ذلك أيضًا ندرة توافر التمويل للطرق الجديدة، كما يُترك الباحثون للاعتماد على تقنيات قديمة ترجع إلى عقود من الزمن.

طريقة أفضل

يمكن لذلك أن يتغير مع تعاظُم جدية البحث عن بدائل. فقد قام ستيوارت ومعاونوه بإنشاء إنسان آلي، يقوم باستخدام تقنية مثبتة، تُسمى «تحوير البروتوبلاست»، وهي أسرع وأكثر دقة مما يمكن عمله باليد. تستخدم هذه الطريقة إنزيمات لهضم جدار الخلية، مما يسهِّل على الباحثين إيلاج جينات جديدة إلى الداخل، لكن مشكلة إعادة إنتاج النبات الكامل مع ذلك ـ لا تزال قائمة. وقد استخدم الباحثون نهجًا مماثلًا، دون استخدام إنسان آلي؛ من أجل تطبيق التحرير الجيني باستخدام كريسبر-كاس9 في مجموعة متنوعة من النباتات، بما في ذلك الخس، والأرز.

إنّ خطوات استنبات الخلايا لا تزال صعبة، فمثلًا، يقول ستيوارت إنّ شخصًا واحدًا عمل داخل مختبره لمدة عامين على تحوير الحشائش الطويلة التي يستخدمها في أبحاث الوقود الحيوي، لكن دون جدوى، بيد أن انخفاض تكلفة الإنزيمات يسمح للباحثين بإجراء مزيد من التجارب، مثلما تحسِّن الآلات من الإنتاجية. إنّ ستيوارت مفتون جدًّا بما صنعه، حتى إنه أَلَّفَ له أغنية، قال فيها: "إنه طفلنا الوليد".

وهناك آخرون ـ مثل فريدي التيبر من جامعة فلوريدا في جينسفيل ـ يبحثون عن مجموعة من الجينات، التي عند تشغيلها ـ أو إيقافها ـ ستجعل خلايا النبات أكثر قابلية للتحوير وإعادة الإنتاج من مستنبت الخلايا. يقول: "أعتقد أن ذلك سيقود إلى تطبيق أوسع بكثير لهذه التقنية؛ سوف يُمَكِّن الأشخاص غير الخبراء في استنبات الخلايا من القيام بتلك التحسينات".

يقول أولدرويد إنّ الباحثين لا يستطيعون تحمُّل انتظار تلك التطورات. ومن شأن مشروعه - الذي يهدف إلى تطوير الحبوب التي تَستخدم النيتروجين من التربة بشكل أكثر كفاءة - أن يُبحث في اختبارات تتم على مئات من الجينات المحوَّرة، باستخدام الأساليب المعقدة القديمة. ويضيف: "علينا فقط أن نتحلى بالصبر". ■

الأمراض المعدية

البعـوض المصـاب يكـافح «زيكـا»

تستضيف أمريكا الجنوبية أكبر التجارب حتى الآن، التي تستخدم فيها الحشرات المصابة ببكتيريا وُلْبَكْيا لمكافحة الفيروسات.

إوين كالاوي

تُجَنِّد اثنتان من المدن الكبرى بأمريكا الجنوبية البعوضَ المصاب بالبكتيريا؛ لمكافحة فيروس «زيكا». ويُعَدّ هذا الجهد أكبر اختبار يُجرى حتى الآن لطريقة غير تقليدية ـ لكنها واعدة ـ للقضاء على الأمراض المنقولة بالبعوض.

أعلن العلماء في يوم 26 أكتوبر الماضي أن البعوض الذي يحمل البكتيريا «وُلْبَكْيا» *Wolbachia* – التي تعطِّل قدرة الحشرات على نقل فيروسي «زيكا»، وحمى الضنك، وفيروسات أخرى – سيتم إطلاقه على نطاق واسع في ريو دي جانيرو بالبرازيل، وميدِلِن بكولومبيا، وذلك على امتداد العامين المقبلَين. وسوف يستفيد من نشر الحشرات نحو 2.5 مليون شخص في كل مدينة. يقول فيليب ماكول، وهو متخصص في علم الحشرات الطبية، ويدرس مكافحة البعوض في كلية ليفربول لطب المناطق الحارة، بالمملكة المتحدة: "ثمة فرصة جيدة لأنْ يُحدِث هذا الإجراء تغييرًا حاسمًا في مجريات مكافحة مسبِّبات المرض، وربما سيكون الأكبر منذ استخدام المبيد «دي دي تي»".

كانت أعداد صغيرة من البعوض المصاب ببكتيريا «وُلْبَكْيا» قد أُطلِقَت بالفعل في كل من ريو دي جانيرو، وميدِلِن، لكن الممولين الكبار للبحوث الطبية الحيوية أعلنوا الآن عن رصد 18 مليون دولار أمريكي؛ للارتقاء بهذه المجهودات. يقول سكوت أونيل، وهو متخصص في علم الأحياء الدقيقة بجامعة موناش، في ملبورن بأستراليا، ورئيس برنامج استئصال حمى الضنك، الذي يقود عمليات نشر البعوض: "نريد أن ننشر البعوض على وجه السرعة في قطاعات كبيرة من هاتين المدينتين". تضم الجهات التي ستتحمل التكلفة، مؤسسة «بيل وميلندا جيتس» في سياتل بواشنطن، ومؤسسة «ويلْكَم ترَاست»، التي تتخذ من لندن مقرًّا لها، وحكومتَي الولايات المتحدة، والمملكة المتحدة. وتسهم حكومة البرازيل بمبلغ إضافي، قيمته 3.7 مليون دولار، حسب قول أونيل.

مانِعَات الفيروس

تصيب البكتيريا المعروفة باسم وُلْبَكْيا بايبِنتِس (*Wolbachia pipientis*) حوالي 60% من أنواع الحشرات حول العالم، لكنها في الظروف الطبيعية لا تصيب البعوضة المعروفة باسم الزاعجة المصرية (*Aedes aegypti*)، وهي النوع الذي ينقل فيروس «زيكا»، وحمى الضنك، وفيروسات أخرى.

بعوضة الزاعجة المصرية (*Aedes aegypti*) التي تنشر «زيكا»، وحمى الضنك، وفيروسات أخرى.

ISTOCK/GETTY

وتستطيع البكتيريا أن تحدّ من خصوبة عائلها، وتؤثر على جنس نسله. وطبقًا لما اكتشفه أونيل وزملاؤه في أواخر تسعينيات القرن الماضي، يمكن للبكتيريا أيضًا أن تمنع تكاثر الفيروسات في ذباب الفاكهة والبعوض المصاب.

وقد طوَّر الفريق لاحقًا مجموعات معملية من «الزاعجة المصرية» المصابة بالبكتيريا.

عندما أُطلقت عشرات الآلاف من هذا البعوض بالقرب من مدينة كيرْنْز الصغيرة في شمالي أستراليا في عام 2011؛ انتشرت البكتيريا بسرعة كبيرة بين بعوض «الزاعجة المصرية» المحليّ، ففي غضون أسابيع أُصيب 90% من البعوض في المنطقة المستهدَفة. وفي إندونيسيا وفيتنام لاقت الاختبارات نجاحًا مماثلًا. وليس واضحًا بعد ما إذا كانت هذه الاستراتيجية يمكن أن تقلِّل معدلات الإصابة بحمى الضنك في البشر، أم لا، لكن فريق أونيل بدأ بإجراء تجربة في مدينة يوجياكارتا في إندونيسيا؛ لاستكشاف الأمر.

بدأ فريق استئصال حمى الضنك بإطلاق البعوض ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
أخبـــار | في دائرة الضوء
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المصاب ببكتيريا «وُلْبَكْيا» في اثنين من أحياء مدينة ريو دي جانيرو في عام 2014، وفي إحدى ضواحي ميدِلِن في عام 2015. تُوقِفُ البكتيريا تكاثرَ فيروس «زيكا»، وفيروس شيكونجونيا (الذي تَسَبَّب في تفشّي المرض على نطاق واسع في أمريكا اللاتينية ومناطق الكاريبي في عامي 2013، و2014). ويأمل فريق أونيل أن يتمكن عبر النشر المكثف للبعوض من مكافحة تلك الأمراض، بما فيها حمى الضنك، التي أصابت عددًا يُقَدَّر بحوالي 1.6 مليون شخص في البرازيل العام الماضي. ويخطِّط هؤلاء الباحثون لإطلاق البعوض في موجات، وفحص الحشرات؛ لمعرفة مدى إصابتها، وتتبُّع حدوث المرض في المناطق التي يوجد بها بعوض مصاب، وتلك التي تخلو من البعوض المصاب.

ويبحث علماء آخرون أيضًا استخدام بكتيريا «وُلْبَكْيا» لمكافحة البعوض. ففي سنغافورة، يخطط المسؤولون لإطلاق ذكور «الزاعجة المصرية» المصابة بسلالة من «وُلْبَكْيا» تؤدي إلى جعل نسل البعوضة عقيمًا. وتسعى شركة أمريكية للتقنية الحيوية إلى الحصول على الموافقة على استخدام طريقة مشابِهة في مكافحة بعوض قريب من «الزاعجة المصرية»، يُسمى بعوض النمر الآسيوي (*Aedes albopictus*)، الذي ينقل فيروسي حمى الضنك، وشيكونجونيا. وفي مدينة جوانزو بالصين يُطلِق العلماء بعوض النمر الآسيوي المصاب بوُلْبَكْيا كلَّ أسبوع، في تجارب حقلية واسعة النطاق. ويُجرِّب علماءٌ في جُزُر بولينيزيا الفرنسية الاستراتيجية نفسها على نوع آخر من بعوض النمر.

الحاجة إلى أدِلّة إضافية

يقول ماكول إنّ «وُلْبَكْيا» تملك قدرةً مُبهِرة على التغلغل السريع في مجموعات البعوض، لكنّ إثبات أن ذلك يحدّ من إصابات البشر سوف يكون مطلبًا ضروريًّا، قبل أن يتسنى استخدام هذه الطريقة على نطاق واسع. ويضيف قائلًا إنه إذا قُدِّر لبكتيريا «وُلْبَكْيا» أنْ تُحْدِث انخفاضًا ملحوظًا في الأمراض التي ينقلها البعوض، فإنّ التقنية يجب أن تصبح أيضًا معقولة التكلفة، وممتدة التأثير، "وإذا نجحت الطريقة؛ فسوف تكون حدثًا بارزًا حقًّا، ولكنْ قد يتحتم أن تظل فعّالة بعد عشر سنوات".

تتمثل العقبة الأخرى التي تواجه الاختبارات في ريو دي جانيرو، وميدِلِن في حجم المدينتين، وخصوصًا مدينة ريو، بأحيائها المكتظة بالسكان، التي يصعب الوصول إليها، وذلك حسب قول ماكول، لكنّ مايك تيرنر ـ المدير التنفيذي للعلوم في صندوق «وِيلْكَم تراست» ـ يقول إنه إذا تبين أن «وُلْبَكْيا» تستطيع مكافحة «زيكا»، وحمى الضنك، وشيكونجونيا في مثل تلك البيئات، "فسيكون هناك حافز قوي جدًّا لعمل الإجراء نفسه في عدد من المدن الكبرى الأخرى". ويضيف قائلًا إنّ النشر الموسَّع للبعوض المصاب ببكتيريا «وُلْبَكْيا» يُحتمل أيضًا أن يتوقف على دعم منظمة الصحة العالمية للأمر.

يقول أونيل، الذي أمضى فريقُه سنواتٍ في التعامل مع المجتمعات في أستراليا قبل نشر البعوض هناك، إنّ الدعم الجماهيري يمكن أن يصنع – مثلما يمكن أن يحطِّم – طريقة «وُلْبَكْيا». ويشير أيضًا إلى أن «وُلْبَكْيا» واسعة الانتشار بالفعل بين الحشرات، وهي لا تستطيع إصابة البشر. وفي أستراليا، وَظَّفَ الباحثون تلاميذ المدارس، وأطلقوا عليهم لقب «محاربي وُلْبَكْيا»، لكي يُرَبُّوا بيض البعوض في المنازل، ويتعلموا الكثير عن كيفية نموه، ثم ليُطْلِقوه بعد ذلك.

وفي كولومبيا، عمِلَ فريق استئصال حمى الضنك مع عائلاتٍ عُرفت بعائلات «كاسا وُلْبَكْيا» Casa *Wolbachia*، التي ساعدت في عمليات إطلاق البعوض، حتى إنّ الفريق كَتَبَ أغان عن «وُلْبَكْيا»، تُغَنَّى على أنغام موسيقى «السالسا»، حسب قول الباحث الرئيس المشارك، جورج أوسوريو، المتخصص في علم الأمراض بجامعة ويسكونسن ماديسون، الذي يضيف قائلًا: "لقد جعلنا تلك المجتمعات تطلب منا نشر المزيد من البعوض". ■

علم الكواكب

«ناسا» تعيد النظر في استكشاف المريخ

تدرس الوكالة «نموذج توزيع الوقت» في عصر المصالح الدولية المتغيرة.

ألكسندرا ويتز

تناقش «ناسا» طريقة جديدة لدراسة المريخ. وابتداءً من عام 2020، قد لا يستمر العلماء الذين يشاركون في بعثات المريخ التابعة للوكالة في تصميم وبناء المعدات عالية التخصص الخاصة بهم لاستكشاف الكوكب الأحمر. وبدلًا من ذلك من الممكن أن يجد علماء الكواكب أنفسهم يعملون على طريقة الفلكيين الذين يستخدمون التليسكوبات الكبيرة الآن؛ ويتقدمون بطلب للحصول على الوقت اللازم لاستخدام مركبة فضائية بُنيت بمجموعة شاملة من الأجهزة العلمية.

يزيد من احتمال هذا التغيير المتوقع تَراجُع تأثير «ناسا» على المريخ. هذا وتقترب السلسلة الطويلة من المركبات الفضائية التابعة للوكالة من نهايتها، بينما المصالح الدولية والتجارية المعارِضة لها آخِذة في الارتفاع. فبحلول منتصف العقد المقبل، سوف تتساوى احتمالات وجود بعثات أوروبية، وصينية، وإماراتية، و«سبيس إكس» على المريخ، مع احتمالات وجود «ناسا»، (انظر: «كوكب أحمر مثير»).

اقترح جيم واتزين ـ رئيس برنامج «ناسا» لاستكشاف المريخ في واشنطن العاصمة ـ النهج الجديد للتعامل مع

IMAGE: NASA/JPL-CALTECH/MSSS

كوكب أحمر مثير

لا يزال لدى الولايات المتحدة أسطول من المركبات الفضائية يستكشف المريخ، ولكنّ دولًا أخرى – ومصالح تجارية – تدخل المنافسة.

مارس روفر (الصين)
ريد دراجون (سبيس إكس)
ريد دراجون (سبيس إكس)
مسبار الأمل (الإمارات العربية المتحدة)
بعثة المركبة المدارية للمريخ (منظمة أبحاث الفضاء الهندية)
مارس إكسبريس (وكالة الفضاء الأوروبية)
مركبة إكسومارس المدارية لتتبُّع الغاز، ووحدة الكشف النمطية (وكالتا الفضاء الأوروبية، والروسية)
إكسومارس روفر
أوديسة المريخ (ناسا)
أوبورتيونيتي روفر
مركبة استطلاع المريخ المدارية
كيوريوسيتي روفر
مافن
مارس إنسايت
مارس روفر 2020

2025 2020 2015 2010 2005 2000

الكوكب الأحمر ـ وذلك في السادس من أكتوبر الماضي ـ في اجتماع افتراضي لعلماء المريخ. يقول واتزين: "العصر الذي نعرفه جميعًا ونحبّه ونقدِّره موشك حقًّا على الانتهاء، ومن المهم أن ندرك أن المستقبل لن يكون مثل الماضي".

ومنذ بداية الألفية الثالثة، أرسلت «ناسا» أعدادًا هائلة متواصلة من المركبات الفضائية إلى المريخ، متفرِّدة بالعدد الهائل من الروبوتات الموجَّهة لهدف كوكبي واحد، لكن صلاحية العديد من تلك الروبوتات انتهت، وما لا يزال يعمل منها آخِذ في التقادم. ويُذكر أنه تم إطلاق مركبات «ناسا» المدارية الثلاث، التي لا تزال تعمل ـ أوديسة المريخ، والمسبار المداري لاستطلاع المريخ، و«مافن» ـ في عام 2001، و2005، و2013 على التوالي. بلغت المركبة الجوالة «أُبُورتيونيتِي» عامها الثالث عشر، وبلغت «كيوريوسيتي» عامها الخامس.

لم يتبق لدى «ناسا» سوى مركبة فضائية واحدة في برنامجها للمريخ، وهي مركبة جوالة، من المقرر إطلاقها في عام 2020، ومهمتها جمْع العينات؛ للعودة بها إلى الأرض في موعد لم يتحدد بعد. ومسبار «إنسايت» الجيوفيزيائي، المقرر إطلاقه في 2018، لم يتم تطويره تحت رعاية برنامج «ناسا» للمريخ.

تودّ «ناسا» البدء في التخطيط لبعثة مدارية، لإطلاقها بعد عام 2020. ففي يونيو الماضي، سألت الوكالة خمس شركات عن أنواع المركبات المدارية للمريخ، التي قد تتمكن من بنائها، وإلى أيّ حد يمكنها إنجازها بسرعة، وبتكلفة منخفضة. يقول واتزين إن خمسة شركاء دوليين آخرين أعربوا كذلك عن رغبتهم في المشاركة.

ومِن المقرر بالفعل انطلاق بعثات عديدة غير تابعة لـ«ناسا» إلى المريخ. ففي عام 2020، سوف تخطط كل من وكالة الفضاء الأوروبية، والصين لإطلاق مركبات جوالة إلى المريخ، وسوف ترسل الإمارات العربية المتحدة مركبة مدارية. كما تأمل «سبيس إكس» ـ من هاوثورني، كاليفورنيا ـ في إرسال أولى مركبات هبوط «ريد دراجون» التابعة لها إلى المريخ في عام 2018.

دفع ذلك التوسعُ واتزين إلى اقتراح طريقة جديدة لإدارة بعثات المريخ. يقول: "أنا لا أحاول إصلاح ما لا يمكن إصلاحه، بل أحاول فتح الباب لمستوى من التعاون والمشاركة، أكبر مما لدينا اليوم".

في النهج القائم على استغلال المرافق، قد يتقدم العلماء باقتراح إجراء فحوص باستخدام واحدة أو أكثر من الأجهزة على مركبة فضاء مستقبلية. وسوف تمنح «ناسا» وقت الرصد لمقترحات محددة، مثلما توزع لجان تخصيص وقت المناظر وقتها على قمم الجبال. وسوف يكون هذا مختلفًا عن النهج الحالي، الذي تقوم فيه فِرَق منفردة من العلماء بتقديم مقترحات تصميم الأجهزة، وبنائها، وتشغيلها.

يُعَدّ اقتراح واتزين بمثابة بالون اختبار، ولا يعبِّر عن تغيير رسمي في سياسة «ناسا». يقول جيفري جونسون، عالِم الكواكب بمختبر الفيزياء التطبيقية في جامعة جونز هوبكينز في لوريل، ميريلاند، ورئيس المجموعة التي نَظَّمَت الاجتماع: "إنه لمِن المبكر معرفة ردّ فعل المجتمع".

هناك باحثون يقاومون بالفعل، حيث يشير ألفريد ماكوين ـ عالِم الكواكب بجامعة أريزونا في توكسون، وكبير باحثي آلة التصوير ـ إلى أنّ آلة التصوير الخاصة بمركبة استطلاع المريخ المدارية «هايرايز» قد التقطت آلاف الصور بناء على طلبات عامة. ويضيف: "لقد تمكَّنّا من القيام بكل الأشياء التي وصفها «واتزين» بالفعل، بدون وضع نموذج جديد. لقد قمنا بتوزيع العمليات، ولدينا العديد من العملاء، ومعدات مجهزة بإسهامات أجنبية. لذا لم يكن ردّ فعلي الفوري تجاه هذه الفكرة إيجابيًّا للغاية". ■

علوم طبية

بيانـات التجـارب الدوائيـة متاحـة للجميـع

تبدأ وكالة الأدوية الأوروبية بنشر جميع التقارير الإكلينيكية التي لديها عبر الإنترنت.

أليسون أبوت

في خطوة حميدة ـ وُصِفت بالفارقة ـ نحو تحقيق الشفافية في العلوم الطبية، بدأت وكالة الأدوية الأوروبية «EMA» ـ ومقرها لندن ـ في نشر تفاصيل البيانات الكاملة للتجارب الإكلينيكية التي تتسلمها من شركات تطوير الأدوية.

نشرت الوكالة ـ في العشرين من أكتوبر الماضي ـ حوالي 100 تقرير - في ما يقرب من 260 ألف صفحة - إكلينيكي يتناول دواءين أجازتهما الوكالة، هما: دواء لعلاج السرطان، يُدعى «كارفيلزوميب» carfilzomib، وآخر لعلاج النقرس، يُدعى «ليسينوراد» lesinurad.

وبالكشف عن هذه التقارير، أصبحت وكالة الأدوية الأوروبية أول وكالة مهمة، مختصة بتنظيم الأدوية، تنشر جميع بيانات التجارب الإكلينيكية التي تتسلمها من شركات تطوير الأدوية، في إطار عملية إصدار الوكالة لتراخيص تداول الأدوية. تأتي تقارير الدراسات الإكلينيكية (CSRs) أكثر تفصيلًا من الأوراق التي تقدِّمها شركات تصنيع العقاقير للنشر في الدوريات العلمية، والتي بينت الدراسات أنها "مصدر غير وافٍ للمعلومات المتعلقة بالأدوية المطوّرة حديثًا"، كما يقول لاري بيبيرل، رئيس تحرير دورية «بلوس ميديسن» *PLoS Medicine*. تحوي تقارير الدراسات الإكلينيكية كلًّا من النتائج الإيجابية، والسلبية، وتفاصيل عن التأثيرات الضارة للأدوية.

يقول جيدو راسي ـ المدير التنفيذي لوكالة الأدوية الأوروبية ـ إن سياسة تقارير الدراسات الإكلينيكية التي تَبَنَّتها الوكالة في عام 2014 "ستعود بالفائدة على البحث الأكاديمي، والممارسة الطبية بصورة عامة". وهو يرى أنّها ستساعد الأكاديميين على تحليل البيانات باستقلالية، وستتيح لمطوري العقاقير الطبية التّعلم من تجارب الآخرين. وقد عمدت الوكالة سابقًا إلى نشر النتائج، فقط في حالة طلبها من جانب طرف ثالث، من خلال طلبات حرية تداول المعلومات، في إطار قوانين وضعتها الوكالة قبل ست سنوات مضت. دفعت هذه القوانين بعض شركات العقاقير إلى جر الوكالة إلى أروقة المحاكم، في محاولة لمنعها من نشر المعلومات، بحجة أنها ذات سِرِّيَّة تجارية.

« حاليًّا، نأمل جميعًا أن تحذو هيئات دولية أخرى عاملة في مجال تنظيم الأدوية حذو وكالة الأدوية الأوروبية».

ويقول يان لي كام، الرئيس التنفيذي للمنظمة الأوروبية للأمراض النادرة (EURORDIS)، وهي مجموعة ضغط من أجل حقوق المرضى، وعضو لجنة إدارة وكالة الأدوية الأوروبية: "لطالما انتظر المرضى والمختصون الإكلينيكيون منذ أمد طويل إتاحةَ بيانات التجارب الإكلينيكية". لقد ضغطت أكثر من 700 من المنظمات الطبية ومنظمات المرضى باتجاه إتاحة نشر البيانات، ضمن حملة «كل التجارب» AllTrails، التي أطلقتها مجموعة «الوعي العلمي» Sense About Science، ومقرها لندن. وصرحت وكالة الأدوية الأوروبية بأنها تنوي نشر جميع تقارير الدراسات الإكلينيكية المرتبطة بطلبات جرَى تقديمها منذ مستهل يناير من عام 2015، سواء حازت هذه الطلبات على التصديق، أم رُفِضت، أم سُحِبت. وحالما تنتهي الوكالة من الأعمال المتراكمة، فإنها تتوقع إتاحة وصول الجمهور إلى حوالي 4,500 تقرير إكلينيكي كل عام. ستنقح الوكالة بعض المعلومات التي تتسم بالسرية التجارية، بدءًا من البيانات الفردية الخاصة بالمرضى، لحين التوصل إلى اتفاق حول كيفية ضمان الحفاظ على خصوصية المرضى. وتقول سيل لين، التي تترأس حملة «كل التجارب»: "حاليًّا، نأمل جميعًا أن تحذو هيئات دولية أخرى عاملة في مجال تنظيم الأدوية حذو وكالة الأدوية الأوروبية في خطوتها العظيمة هذه".

ما زالت هناك شركات دوائية تقاوِم كشْف وكالة الأدوية الأوروبية البيانات لطرف ثالث، في إطار طلبات حرية تداول المعلومات. وفي المعركة القانونية الأخيرة، أمرت محكمة قضائية مؤقتة في الاتحاد الأوروبي ـ في يوليو الماضي ـ بمنع وكالة الأدوية الأوروبية من نشر دراسات سُمِّيَّة تتعلق بالطب البيطري، على دواء يُدعى برافيكتو (فلورالانر)، ومنع نشر تقارير طبية إكلينيكية تتناول عقار ترانسلارنا (أتالورين)، وهو علاج لمرض الحثل العضلي دوشين. واعترضت شركتا الأدوية المعنيتان «إنتيرفيرت»، و«بي تي سي ثيرابيوتكس» بشأن هذين العقارين، محتجةً بأنّ نشر البيانات قد يقضي على حقوقهما في حماية سرية المعلومات التجارية، إلّا أن وكالة الأدوية الأوروبية قدمت استئنافًا على كلا القرارين في 29 سبتمبر الماضي، معربةً عن أنّ هاتين الحالتين هما بمثابة اختبار لسياستها. ■

لقراءة النسخة الكاملة للقصة، انظر: go.nature.com/2endezh

علم الكواكب

القلـــب الجليـــدي.. ولغـــز جيـــولوجيـــا بلوتـــو الغـــريبة

بعثة «نيو هورايزونز» التابعة لوكالة «ناسا» تميط اللثام عن تفاعلات معقدة بين سطح وسماء كوكب بلوتو.

ألكسندرا ويتز، باسادينا، كاليفورنيا

ينبض قلب بلوتو الجليدي بإيقاع كوكبي؛ فعندما حلَّقت مركبة «ناسا» الفضائية «نيو هورايزونز» بالقرب من الكوكب القزم في يوليو 2015، رصدت معلَمًا على شكل قلب في اتجاه الشمال مباشرة من خط الاستواء. والآن، يكتشف الباحثون كيف يتحكم هذا الغطاء الجليدي الضخم في الكثير من أنشطة بلوتو، بدءًا من سطحه المتجمد، حتى غلافه الجوي الضبابي.

وقد كشف علماء الكواكب عن أحدث أفكارهم ورؤاهم في أكتوبر الماضي في اجتماع مشترك بين قسم علم الكواكب بالجمعية الفلكية الأمريكية، والمؤتمر الأوروبي لعلوم الكواكب في باسادينا بكاليفورنيا، حيث تدور اكتشافات عديدة حول «سبوتْنِك بلانيتيا»، الفص الشمالي الجليدي من «قلب» بلوتو. يقول ويليام مكينون، عالِم الكواكب في جامعة واشنطن في سانت لويس بولاية ميزوري: "كل الطرق تؤدي إلى «سبوتْنِك»".



«سبوتْنِك بلانيتيا»، الفص الأيسر من «قلب» بلوتو شاحب اللون، مغطى بأنهار جليدية من النيتروجين.

يَعرِف الباحثون بالفعل أن «سبوتْنِك بلانيتيا» ـ الذي كان يُعرف من قبل باسم «سبوتْنِك بلانوم» ـ يتكون في معظمه من جليد النيتروجين، ويتحرك ويتدفق في أنهار جليدية ضخمة (W. B. McKinnon *et al*. *Nature* **534**, 82–85; 2016)، غير أن حجمه الهائل ـ بعرض 1000 كيلومتر، وعمق عدة كيلومترات ـ يعني أن له تأثيرًا غير عادي على سلوك الكوكب القزم.

وربما استطاع ذلك القلب أن يقلب بلوتو على جانبه؛ حيث أوضح جيمس تاتل كين ـ من جامعة أريزونا في توسان ـ في ذلك الاجتماع كيف أن تكوين هذا المَعلم كان من الممكن أن يغيِّر ميل كوكب بلوتو. وقد يكون «سبوتْنِك بلانيتيا» فوهة تكوَّنَت نتيجة اصطدام نيزك عملاق، ثم امتلأت بعد ذلك بالجليد. ويقول كين إنّ كتلة الجليد الهائلة تسببت في دوران الكوكب القزم حول محور دورانه، بحيث انتهى الأمر بـ«سبوتْنِك بلانيتيا» ليكون مكانه الدائم في الجانب الآخر، بعيدًا عن أكبر أقمار كوكب بلوتو (شارون). ويضيف كين: "لقد تحرَّك بلوتو وفقًا لتوجيهات قلبه".

وأشار علماء آخرون ـ مثل دوجلاس هاميلتون من جامعة ميريلاند في كوليدج بارك ـ إلى أن «سبوتْنِك بلانيتيا» ربما يكون قد راكم الجليد، بدون حدوث اصطدام نيزكى، وأن الحفرة نتجت بفعل وزن الجليد الهائل على الأرض أسفله.

وإضافة إلى ذلك، فإن المخزون الهائل في «سبوتْنِك بلانيتيا» يغذِّي الغلاف الجوي المعقد لكوكب بلوتو؛ فتبدأ المواد الكيميائية المتطايرة ـ مثل النيتروجين، والميثان، وأول أكسيد الكربون ـ كثلوج على السطح، غالبًا داخل «سبوتْنِك بلانيتيا»، ثم تتصاعد في الهواء عندما ترتفع درجات الحرارة. وعندما يبرد الغلاف الجوي، تتكثف الغازات المتطايرة، وتتساقط مرة أخرى على السطح؛ مغطِّية إياه بطبقة جديدة من الجليد. ويتحرك بلوتو حاليًّا بعيدًا عن الشمس، ومن ثم فإن درجة حرارته تنخفض، (T. Bertrand and F. Forget *Nature* http:// doi.org/br6x; 2016).

تقول ليزلي يونج ـ عالمة الكواكب في «معهد ساوث ويست للأبحاث» في بولدر بكولورادو ـ إنّ «نيو هورايزونز» ـ التي حلَّلت الضوء المارّ من خلال الغلاف الجوي الرقيق لبلوتو ـ أوضحت مدى تعقيد التفاعل بين السطح والغلاف الجوي. فعندما يطلع الفجر على «سبوتْنِك بلانيتيا»؛ يدفئ ضوءُ الشمس السهلَ الجليدي، ويسمح لنبضة من النيتروجين بالتحرك إلى أعلى. وتقول يونج: "أفكر في هذا العمود من الهواء البارد وهو يُدفع إلى الجزء السفلي من الغلاف الجوي كل يوم، ثم يسقط إلى أسفل مرة أخرى".

«كل الطرق تؤدي إلى 'سبوتْنِك'».

تكشِف البيانات الجديدة أيضًا كيف يتصرف الصقيع الموسمي على السطح. وقد عرضت سيلفيا بروتوبابا ـ عالمة الكواكب في جامعة ميريلاند ـ خرائط لكيفية توزيع غاز الميثان والنيتروجين على سطح بلوتو، كما يُرى بواسطة جهاز استشعار الأشعة تحت الحمراء، الموجود على متن «نيو هورايزونز». وتُوجَد الثلوج عادة في مزيج، تسود فيه مادة أو أخرى.

في «سبوتْنِك بلانيتيا»، تخلق درجاتُ الحرارة وضوء الشمس بيئة يسيطر عليها النيتروجين. أما إذا اتجهنا شمالًا، تقريبًا فوق دائرة عرض 55 درجة؛ فسيتضح أن أشعة الشمس الصيفية المستمرة قد تخلصت من معظم النيتروجين، تاركة وراءها سهولًا من ثلج الميثان في القطب الشمالي لبلوتو. وتقول بروتوبابا: "لقد كانت هناك إضاءة مستمرة شمالًا على مدى السنوات العشرين الماضية". وسوف يُنشر هذا البحث في دورية «إيكاروس» Icarus.

يصل تأثير «سبوتْنِك بلانيتيا» إلى أعلى مستويات الغلاف الجوي لبلوتو. وتنجرف غازاته المتطايرة إلى أعلى، وتخلق التفاعلات الكيميائية الضوئية مركبات كربون ونيتروجين جديدة، وتشكِّل هذه المركّبات طبقات ضباب تمتد إلى أكثر من 200 كيلومتر فوق سطح الكوكب. وهذا الارتفاع أعلى مما قد يتنبأ به الباحثون، نظرًا إلى أن درجات الحرارة عند هذا المستوى شديدة الارتفاع على أن تسمح بتكاثف الجسيمات مباشرة. وبدلًا من ذلك، كما يقول أندرو تشنج، عالِم الكواكب في مختبر الفيزياء التطبيقية بجامعة جونز هوبكنز في لوريل بولاية ميريلاند، قد يعمل الغبار الساقط من الفضاء بين الكواكب بمثابة نوى تتشكل حولها جسيمات الضباب.

ويقول تشنج إن جزيئات الضباب تبدأ عندئذٍ في التجمع معًا، ويصبح حجمها أكبر، وتصبح دائرية الشكل أكثر، كلما كانت على ارتفاع أقل من الغلاف الجوي. وفي نهاية المطاف، تستقر على سطح الكوكب، وتغطيه مرة أخرى، حتى يبدأ ارتفاع درجات الحرارة، ومن ثم ترتفع مرة أخرى إلى السماء.

بدأت «نيو هورايزونز» ببطء في إرسال البيانات إلى الأرض منذ تحليقها إلى جوار الكوكب، محقِّقةً بذلك رقمًا قياسيًّا جديدًا، وقد تم استقبال الملاحظات النهائية في ليلة 22-23 أكتوبر. وتُظهِر البيانات صورًا للفضاء الشاسع المظلم المحيط بكوكب بلوتو، الذي صُوِّر تحسبًا لوجود قمر صغير غير معروف، أو اكتشاف كوني آخر لا يزال يحدث، مختبئ في بيانات «نيو هورايزونز». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

طفرات مميتة في ضوء معطيات جديدة

كيف غيَّر أحد أكبر موارد الجينوم في العالم ـ في صمت ـ فَهْم العلماء لعلم الوراثة البشرية.

إريكا تشيك هايدن

ترقد في جينات الشخص العادي 54 طفرة تقريبًا، تبدو وكأنها قد تصيب حاملها بالمرض، أو تفتك به، بيد أن هذا لا يحدث. وكانت سونيا فالاب تأمل أن تكون الطفرة D178N من بين هذه الطفرات.

في عام 2010، شهدت فالاب وفاة والدتها، بسبب مرض غامض يُعرف بالأرق العائلي القاتل، وفيه تتجمع بروتينات البريون المشوهة؛ وتدمّر المخ. في العام التالي، خضعت فالاب لتحاليل أظهرت أن لديها نسخة من جين بروتين البريون *PRNP*، بالخلل الوراثي نفسه - D178N - الذي في الغالب قد تَسَبَّب في إصابة والدتها بالمرض. كان ذلك بمثابة حُكْم بالإعدام، فمتوسط العمر الذي يبدأ ظهور المرض عنده 50 سنة، وهو يتطور بسرعة، إلا أن فالاب ـ التي كانت حينئذ تبلغ من العمر 26 عامًا ـ ما كان لها أن تخضع لهذا المصير، دون مقاومة شرسة، ولذا، تركت عملها في مجال القانون، وترك زوجها إريك مينكل عمله في مجال استشارات النقل؛ ليلتحقا بالدراسات العليا في مجال علم الأحياء، راغِبَين في معرفة أكبر قدر ممكن من المعلومات عن الأرق العائلي القاتل، وما يمكن فِعْله لوَقْفه، إنْ كان ذلك ممكنًا. وكانت من أهم مهامِّهما التأكد مما إذا كانت الطفرة D178N مسبِّبًا حتميًّا للمرض.

لم يكن ليخطر ببال الكثيرين طرح هذا السؤال في السنوات الماضية، إلا أن علم الوراثة الطبية كان يمر بمرحلة البحث عن الذات في الآونة الأخيرة. وأسهمت سرعة وتيرة البحوث الجينومية منذ بداية القرن الواحد والعشرين في إضافة الكثير إلى الأعمال العلمية المنشورة، التي تكشف عن آلاف الطفرات الجينية المرتبطة بالمرض وبالعجز. وقد ثبتت صحة عديد من هذه الارتباطات، إلا أن عشرات الطفرات الأخرى التي قيل إنها خطيرة، أو حتى مميتة، تبيّن في النهاية أنها حميدة. ويرجع الفضل في الكشف عن هذه الطفرات، التي تمت شيطنتها ظلمًا من قبل، إلى واحدة من أكبر الدراسات الوراثية، ألا وهي «رابطة تجميع الإكسوم»، (تُسمى اختصارًا ExAC).

إنّ فكرة ExAC بسيطة للغاية؛ فهي تجمع تسلسلات لمنطقة ترميز البروتينات في الجينوم – وتُسمى الإكسوم - من أكثر من 60 ألف شخص في قاعدة بيانات واحدة، ما يسمح للعلماء بمقارنتها، وفهْم مدى تباينها. ولهذا المورد آثار جمّة على مجال البحوث الطبية الحيوية. فبالإضافة إلى مساعدة العلماء في استبعاد الارتباطات الزائفة بين الأمراض والجينات، أسهم المورد باكتشافات جديدة، حيث صار بإمكان الباحثين ـ عبر إلقاء نظرة فاحصة أكثر على مدى تكرار الطفرات في مجموعات سكانية مختلفة ـ أن يحصلوا على معلومات بشأن ما تفعله جينات كثيرة، وطريقة عمل منتجاتها البروتينية.

يقول عالِم الوراثة ديفيد جولدشتاين ـ من جامعة كولومبيا في مدينة نيويورك ـ إن ExAC قلبت علم الوراثة البشرية رأسًا على عقب، فبدلًا من الابتداء بمرض أو سمة معينة، والعودة إلى الوراء لمعرفة أسسه الوراثية، صار بإمكان الباحثين البدء بالطفرات التي يبدو أنه سيكون لها تأثير مثير للاهتمام، والبحث فيما قد يحدث داخل أجسام حاملي تلك الطفرات. ويقول: "هذه حقًّا طريقة عمل جديدة تمامًا".

تقدِّم ExAC أيضًا معلومات أفضل للأُسَر التي تعزى حالاتها المرضية إلى تشخيصات وراثية. فعلى سبيل المثال، كان هناك اشتباه كبير في أن تكون الطفرة D178N هي المسببة لمرض بريون، إذ إنها رُصدت في عدد من المصابين بهذه الحالة، مع ندرة رصدها في مَواطن أخرى، غير أنه قبل ظهور ExAC، لم يكن لدى أحد القدرة حقًّا على استيعاب مدى ندرتها. فإذا كانت تظهر بين الناس أكثر مما هو الحال مع مرض بريون، فإن ذلك سيعني أن خطر إصابة فالاب بالمرض أقل بكثير مما كان متوقعًا.

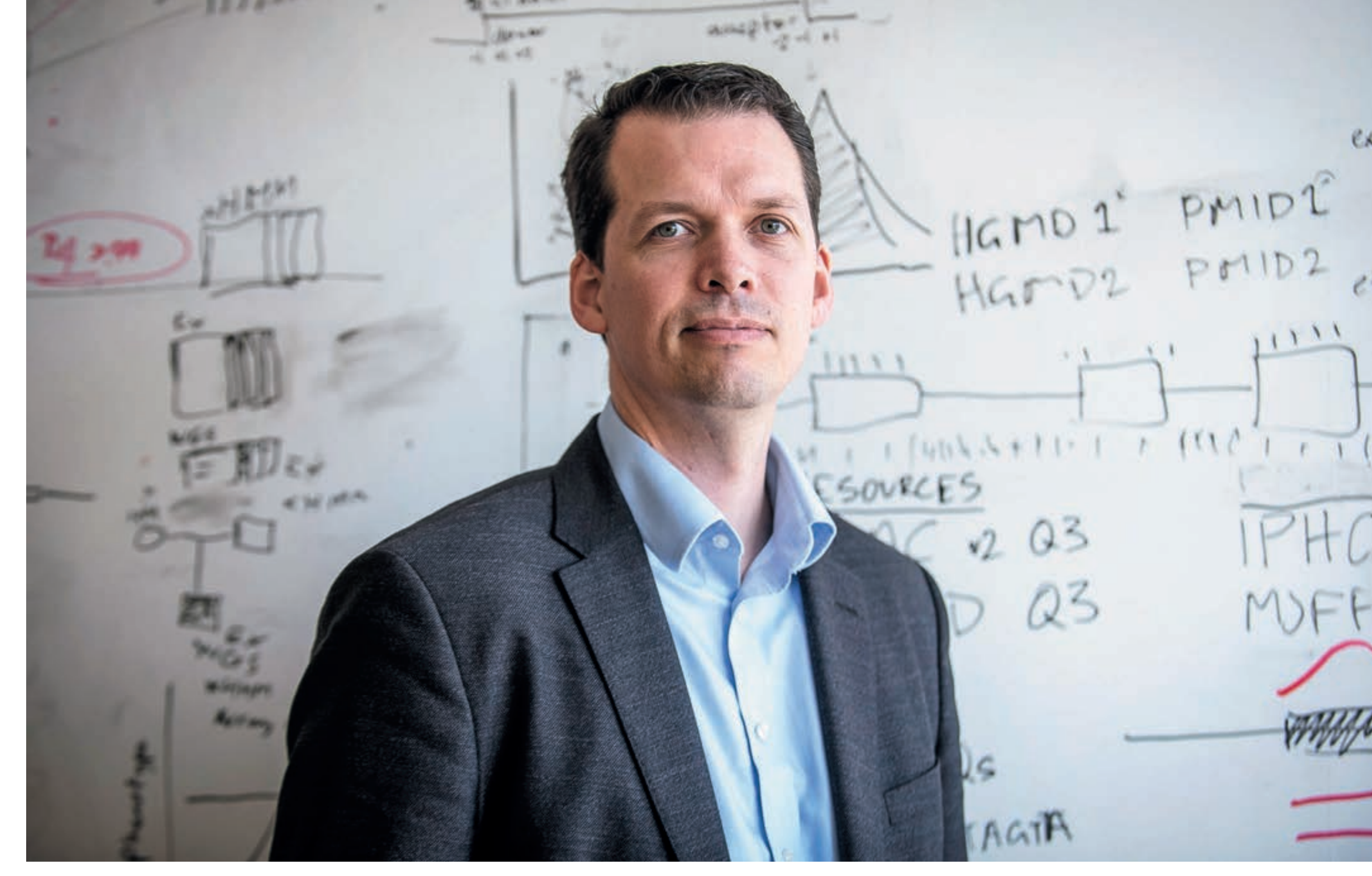
ILLUSTRATION BY DARREN HOPES

يقول مينكل: " كنا بحاجة إلى معرفة ما إذا كانت هذه الطفرة سبق أنْ تم رصدها من قبل في أشخاص أصحّاء، أم لا".

جمع البيانات

لقد تمخضت ExAC من رحم الإحباط. ففي عام 2012، دشّن عالِم الوراثة دانييل ماك آرثر أول مختبر له في مستشفى ماساتشوستس العام (MGH) في بوسطن. أراد ماك آرثر معرفة الطفرات الوراثية المسبِّبة لأمراض العضلات النادرة، واحتاج إلى أمرين: تسلسلات جينومية من المصابين بهذه الاضطرابات، وتسلسلات جينومية من أشخاص غير مصابين بها. وإذا تبيَّن وجود طفرة بنسبة أكبر لدى المصابين باضطراب ما، مقارنةً بغيرهم من الأصحّاء، فبالمنطق سيشير ذلك إلى أن الطفرة كانت سببًا محتملًا، إلا أن المشكلة كانت أن ماك آرثر لم يستطع الحصول على كمية كافية من التسلسلات من أشخاص أصحّاء. فقد احتاج إلى كمّ كبير من الإكسومات، ورغم أن الباحثين كانوا قد وضعوا آلاف التسلسلات، إلا أن مجموعات البيانات الموجودة لم تكن كبيرة بالقدر الكافي؛ فلم يقم أحد بتجميع بيانات كافية في مصدر قياسي واحد. لذا بدأ ماك آرثر يطلب من زملائه أن يشاركوه بياناتهم الخاصة. وقد كان هو الشخص المناسب لهذه المهمة، نظرًا إلى أنه كان من أوائل مستخدمي وسائل التواصل الاجتماعي. وبتدويناته الكثيرة وتغريداته اللاذعة على «تويتر» كان قد اكتسب شهرة كبيرة، وصار مرجعًا لصغار الباحثين. كما كان يشغل منصبًا في معهد برود في كمبريدج بولاية ماساتشوستس، وهو مركز يعمل على وضع تسلسلات الجينوم. استطاع ماك آرثر إقناع الباحثين أن يشاركوه بيانات عشرات الآلاف من الإكسومات التي كان معظمها له صلة ـ بشكل أو بآخر ـ بمعهد برود.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



نجح دانييل ماك آرثر في إقناع الباحثين بمشاركة البيانات الجينية الخاصة بعشرات الآلاف من الأشخاص.

SAM GORESH FOR *NATURE*

ولم يتبق إلا تحليل البيانات، بيد أنها لم تكن مهمة سهلة. فبرغم أن الجينات كانت قد وُضع تسلسلها، إلا أن البيانات الأولية كانت قد تم تحليلها باستخدام أنواع مختلفة من البرمجيات، بما في ذلك بعض البرمجيات القديمة، فإن ظهرت طفرة نادرة في جين واحد ضمن مجموعة الجينات، فقد يكون حقيقيًّا، أو يكون نتيجة لكيفية تسمية البرامج المختلفة لقواعدها الداخلية، بأن تقرر ما إذا كانت من نوع A أو C أو T أو G. وكان ماك آرثر بحاجة إلى شيء يمكنه معايرة مجموعة البيانات الضخمة تلك. فمِن جهته، طَوَّر معهد برود برنامجًا لتسمية الجينوم، لكنه لم يتمكن من القيام بمهمة فرز هذا الكم الهائل من البيانات المتضمنة في ExAC. لذلك عمل فريق ماك آرثر مع مبرمجي معهد برود عن قرب؛ لاختبار البرمجيات، ورفع مستوى قدراتها. ويذكر ماك آرثر تلك المرحلة قائلًا عنها: "كانت مرحلة عصيبة استمرت 18 شهرًا، واجَهْنا فيها كل العقبات التي يمكن تخيُّلها، ولم نحقق فيها شيئًا يمكن أن نفتخر به".

مخاطرة شخصية

في هذه الأثناء في شهر إبريل من عام 2013، كانت فالاب تتعلم كيفية التعامل مع الخلايا الجذعية في مستشفى ماساتشوستس العام (MGH)، بينما كان مينكل يدرس المعلوماتية الحيوية. التقى مينكل بماك آرثر لتناول الغداء معًا، وأوضح له شغفه هو وفالاب بمعرفة احتمال وجود طفرة D178N لدى الأشخاص الأصحاء. أقرّ مينكل بانبهاره بشهرة ماك آرثر وسمعته، قائلًا: "ظننت أنني لو جعلته يفكر في مشكلتي لمدة نصف ساعة، فإن هذا بحد ذاته سيكون أهم ما حققته خلال شهر كامل". بعد ذلك صعد الاثنان إلى مختبر ماك آرثر، حيث أجرى أخصائي المعلوماتية الحيوية مونكول ليك بحثًا في بيانات ExAC، التي جرى تحليلها حتى الآن، والتي تبلغ قرابة 20 ألف إكسوم. لم يجدوا فيها طفرة فالاب، ولم تكن تلك أخبارًا جيدة، بيد أن تفاؤل مينكل باستكشاف البيانات أكثر جعله ينضم إلى مختبر ماك آرثر. وبحلول شهر يونيو من عام 2014، كان لدى فريق ماك آرثر والمتعاونين معه مجموعة بيانات، شعروا بالثقة حيالها، إذ كانت تضم إكسومات لعدد 60,706 أفراد يمثلون مختلف المجموعات العرقية، بمستويات معينة من الصحة، وقدر من الإقرارات والموافقات. وفي شهر أكتوبر من العام الحالي تم الإعلان عن ExAC في الاجتماع السنوي للجمعية الأمريكية لعلم الوراثة البشرية (ASHG) في سان دييجو بولاية كاليفورنيا. وعلى الفور، أقرّ الباحثون والأطباء بأن البيانات قد تساعد في إعادة صياغة فَهْمهم للمخاطر الوراثية.

> «إذا كان لديك خطر جيني تعتقد أنه سيسبِّب المرض، لكنه لا يفعل، فقد ينتهي بك الأمر إلى القيام بأشياء عنيفة قد تؤذي شخصًا ما».

استنتجت دراسات ارتباطات مرضية عديدة، وخاصة في السنوات الأخيرة، أن الطفرات تسبِّب الأمراض؛ وذلك لسبب بسيط، هو أن العلماء الذين يُجْرُون تحليلات لمجموعة من المصابين باضطرابٍ ما وجدوا أن لديهم طفرات بدت وكأنها هي السبب، إذ إنها لم تُرْصَد لدى الأصحاء. ومع ذلك فهناك احتمال قائم أنهم لم يبحثوا في الأمر بما يكفي، أو لم يبحثوا في المجموعات الصحيحة. فالبيانات الوراثية الأساسية الخاصة بالأصحاء في الغالب أتت من أناس منحدرين من أصول أوروبية؛ وهو ما قد يؤدي إلى انحراف النتائج.

في شهر أغسطس من هذا العام، نشر[1] فريق ماك آرثر تحليله لبيانات ExAC في دورية *Nature*، مبينًا أن كثيرًا من الطفرات التي كان يُعتقد أنها ضارة، على الأرجح ليست كذلك. وفي أحد التحاليل، قام الفريق بتحديد 192 متغايرًا كان يُعتقد في السابق أنها تسبب الأمراض، لكن تَبيَّن أنها شائعة نسبيًّا. كما راجع العلماء بحوثًا منشورة حول هذه المتغايرات المختلفة، باحثِين عن أدلة مقنعة تثبت أنها تسبب الأمراض فعلًا، لكنهم وجدوا أدلة دامغة لتسعة منها فقط، بينما كانت غالبيتها حميدة، وفقًا للمعايير التي وضعتها الكلية الأمريكية لعلم الوراثة الطبية وعلم الجينوم. وأعيد تصنيف العديد منها لذلك.

وقد كان هناك عمل مماثل، يُؤمل أن تكون له تأثيرات مباشرة على الممارسات الطبية. ففي ورقة بحثية مرافقة[2]، اطلع هيو واتكينز ـ عالم الوراثة بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة ـ على الجينات المرتبطة بأنواع معينة من اعتلال عضلة القلب، الذي يتسبب في ضعف عضلة القلب بشكل تدريجي، والتي إنْ لم تُكتشف؛ فقد تؤدي إلى الموت المفاجئ. صار من الشائع فحص أقارب مَن يعانون من تلك الحالات المرضية؛ بحثًا عن أي طفرات جينية مرتبطة بها. وفي بعض الأحيان يوصى مَن لديه خطر وراثي بزراعة جهاز مزيل للرجفان، يوصِّل الصدمات الكهربائية إلى القلب، إذا كان ينبض بشكل غير طبيعي. كما فحص واتكينز قاعدة بيانات ExAC، بحثًا عن معلومات عن الجينات التي ارتبطت بحالات القلب المذكورة، وتوصَّل إلى أن العديد من الطفرات منتشرة بدرجة كبيرة جدًّا بين الأصحاء، حتى إنها لا يمكن أن تكون مسببة للأمراض. كما تبين أن هناك حوالي 60 جينًا يؤوي طفرات مُمْرِضة تؤدي إلى ظهور أحد أشكال المرض. وكشف تحليل واتكينز أن 40 منها في الغالب ليس له أي صلة بالأمراض.

وكان هذا مثيرًا للقلق. يقول واتكينز: "إذا كان لديك

خطر جيني تعتقد أنه سيسبِّب المرض، لكنه لا يفعل، فقد ينتهي بك الأمر إلى القيام بأشياء عنيفة قد تؤذي شخصًا ما".

وحتى بعض الطفرات التي تبدو وثيقة الارتباط بالمرض ليست مؤكَّدة تمامًا، مثل تلك الموجودة في جين *PRNP*. بالتأكيد هناك طفرات في الجين تسبِّب المرض، لكن هناك متغيرات قد لا تكون مسببة للمرض، أو قد تزيد الخطورة بقدر بسيط فقط (انظر: «الطفرات المميتة التي لم تكن كذلك»). ومن ثم، قامت فالاب ومينكل بجمع البيانات الوراثية من أكثر من 16 ألف شخص شُخِّصت حالاتهم على أنهم مصابين بأمراض البريون، وقارنوها ببيانات حوالي 600 ألف آخرين، ومنهم المشاركون في ExAC، رغبةً منهم في معرفة حالة الطفرة D178N.

توصَّل الباحثون إلى أن 52 شخصًا في ExAC يحملون طفرات في جين *PRNP*، تم ربطها بأمراض البريون، إلا أنهم ـ وعلى أساس مدى انتشار المرض ـ كانوا يتوقعون أن يرصدوا اثنين على الأقل. ووفقًا لحسابات مينكل، فبعض هذه الطفرات التي كان يُفترض أنها طفرات مميتة زاد احتمال تعرُّض الشخص لأمراض البريون بعض الشيء؛ بينما البعض الآخر بدا غير مرتبط بمرض البريون على الإطلاق.

وقد أمدّ هذا العمل أناسًا ـ مثل أليس أوفلاكر ـ بمعلومات مفيدة. في عام 2011، توفي رينان والد أوفلاكر، إثر إصابته بمرض كروتزفيلد جاكوب، وهو أحد أمراض بريون يتسبب في تدهور عقلي وجسدي سريع، وكان عمره آنذاك 62 عامًا. اكتشفت أليس أنها تحمل طفرة في جين *PRNP*، تُسمى V210I، وأثبتت الدراسات السابقة ارتباطها بمرض والدها. وبعد مرور ثلاث سنوات، علمت من مينكل أن الطفرة لا تمثل إلا قدرًا ضئيلًا من خطر الإصابة بالمرض. وكانت هذه المعلومات مفيدة بالنسبة لها، كما كانت النتيجة منطقية؛ فجدتها كانت قد عاشت حتى سن 93 عامًا، على الرغم من أنها كانت تحمل ذات الطفرة.

ومع ذلك لم يشعر فالاب ومينكل بمثل هذا الارتياح. فالطفرة D178N لم تظهر في الجينومات الأخرى التي بحثا فيها، ولا يزال هناك احتمال كبير أن تسبِّب مرض بريون. وبدأت الشكوك المتزايدة تراود مينكل وفالاب بالفعل، كلما تعمق مينكل في البيانات أكثر. يقول: "لقد كانت افتراضاتنا تتأكد بالتدريج طوال مسيرتنا. لم تمر علينا أي لحظة قلنا فيها: هذا هو الخبر الأسوأ، لأن الأسوأ كان ملازمًا لنا بالفعل".

تعطيل الجينات البشرية

تكشف ExAC الكثير عن الجينات، من خلال معدل تكرار الطفرات؛ فقد اكتشف ماك آرثر وفريقه[1] 3200 جين لا تتعرض تقريبًا على الإطلاق لتطفُّر قوي في أيٍّ من جينومات ExAC، وهو ما يشير إلى أهمية هذه الجينات. كما لم يتم ربط 72% منها بالمرض أبدًا من قبل. ويتملّك الباحثون شغف لدراسة ما إذا كان بعض هذه الجينات يلعب أدوارًا في المرض لم توضع في الاعتبار، أم لا.

في المقابل، اكتشفت المجموعة قرابة 180 ألف طفرة شديدة جدًّا، بحيث يُفترض أن تجعل منتجاتها البروتينية خاملة تمامًا. فعلى مدى طويل، كان العلماء يدرسون الجينات عن طريق تعطيلها ووَقْف عملها في حيوانات مثل الفئران. وعن طريق رصد الأعراض التي تظهر، يمكنهم دراسة ما تفعله هذه الجينات، بيد أن ذلك لم يكن ممكنًا أبدًا في البشر. أما الآن، فيتطلع الباحثون إلى دراسة أشكال التعطيل الجيني البشري الطبيعي تلك؛ لفهم ما قد تكشفه حول كيفية تطور الأمراض، وربما علاجها. كما يستعد ماك آرثر وغيره من الباحثين لترتيب أولويات دراسة الجينات البشرية المعطلة، وأفضل سبل التواصل مع حاملي تلك الجينات؛ للتوسع في الدراسة.

بيد أن الأمر سيقتضي الانتظار إلى حين استكمال ماك آرثر للمرحلة الثانية من ExAC، التي كان مِن المقرر كشف النقاب عنها في اجتماع ASHG في فانكوفر بكندا في شهر أكتوبر، والتي من شأنها أن تضاعف حجم مجموعة البيانات إلى 135 ألف إكسوم، وتشمل قرابة 15 ألف تسلسل جينوم كامل. وذلك من شأنه أن يتيح للباحثين استكشاف الطفرات في المناطق التنظيمية في الجينوم، التي لم تُرصَد في عمليات تسلسل الإكسوم.

تتحول ExAC مع مرور الوقت إلى أداة مرجعية قياسية في مجال علم الوراثة الطبية، ترجع إليها المختبرات الإكلينيكية في جميع أنحاء العالم، قبل إخبار المريض أن خللًا معينًا في الجينوم الخاص به قد يصيبه بالمرض. وإذا كانت الطفرة شائعة في ExAC، إذًا فمِن المستبعَد أن تكون ضارة. يقول ليزلي بيسيكر - عالم الوراثة بالمعهد القومي الأمريكي لأبحاث الجينوم البشري في بيثيسدا بولاية ميريلاند - إن مختبره يستخدم ExAC يوميًا من أجل العناية بالمرضى. ويضيف قائلًا: "إنه عامل حاسم نأخذه في الاعتبار مع كل متغير". وقد شرع بيسيكر وغيره من علماء الوراثة الآن في عملية جرد مضنية، قد تستغرق سنوات؛ لأبحاث ودراسات علم الوراثة.

كما تطرقت ExAC إلى نقطة سبق أنْ ناقشها جولدشتاين وغيره من الباحثين مرارًا وتكرارًا، ومفادها أن الإخفاق في إدخال أفراد من أصول آسيوية، وأفريقية، ولاتينية، وغيرها من الأصول غير الأوروبية يعرقل فهْم كيفية تأثير الجينات على المرض، من خلال تضييق منظور التنوع الوراثي البشري. وهناك الآن دافع جديد لإدخال الفئات التي كانت تحظى بتمثيل ناقص في الدراسات المخطط لها، والتي تربط بين علم الوراثة، والمعلومات المتعلقة بالصحة على أعداد كبيرة من الناس، مثل المبادرة الأمريكية للطب الدقيق.

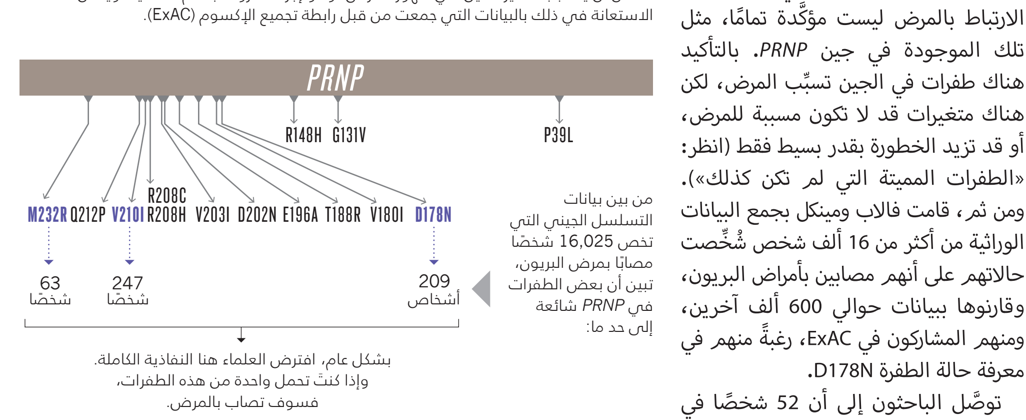
أما بالنسبة إلى فالاب ومينكل، فقد منحتهما ExAC تأكيدًا محبطًا للأمر، بالإضافة إلى بعض الرؤى الواعدة. وقد حددت الدراسات التي قام بها مينكل[3] ثلاثة أشخاص في ExAC لديهم طفرات، من المفترض أن تُسكت نسخة واحدة من نسختي جين بروتين البريون. فإذا كان بإمكانهم العيش بكمية محدودة من البروتين النشط، فربما يمكن تصنيع دواء، من شأنه إخماد البروتين المعيب لدى فالاب، لمنع تجمُّع البريون وتطور المرض بدون آثار جانبية خطيرة. تواصل مينكل مع أحد هؤلاء، وهو رجل يعيش في السويد، وافق على التبرع ببعض الخلايا لأغراض البحث. ومؤخرًا، انضم مينكل وفالاب إلى مختبر ستوارت شرايبر – عالم الكيمياء الحيوية بمعهد برود - حيث يعملان بدوام كامل؛ للتوصل إلى أدوية محتملة لعلاج مرض بريون.

فها هما الزوجان يجسِّدان تحدِّي ترجمة بيانات ExAC إلى فوائد طبية حقيقية. تقول فالاب: "لقد سلكنا طريق عدم العودة، وعلينا أن نسير فيه حتى النهاية". إن وضعهما يبين بشكل واضح أن الرهان كبير، حيث تبلغ فالاب 32 عامًا، أي أصغر بـ20 عامًا من عُمْر والدتها حين توفيت، وليس لديها وقت لتضيعه. ■

إريكا تشيك هايدن تكتب لصالح دورية *Nature* من سان فرانسيسكو.

الطفرات المميتة التي لم تكن كذلك

إن أمراض البريون هي اضطرابات تنكسية عصبية نادرة، تسببها بروتينات البريون المشوهة. هناك حوالي 63 طفرة في جين *PRNP* تم ربطها بها، إلا أنه حتى الآن لا زال من الصعب تقدير مدى احتمال أن يتسبب متغير معين في ظهور المرض، وهو إجراء معروف باسم النفاذية. ويمكن الاستعانة في ذلك بالبيانات التي جمعت من قبل رابطة تجميع الإكسوم (ExAC).



دراسة قاعدة بيانات ExAC

مجموع حالات الإصابة بمرض بريون: من بين كل 1,000,000 مليون نسمة سنويًّا.

تتضمن ExAC تسلسلات ترميز البروتين لعدد 60,706 أشخاص.

عدد الأشخاص الذين يتوقع أن تكون لديهم طفرات في جين *PRNP* في ExAC: 1.7

العدد الفعلي لمن يحملون الطفرات: 52

M232R: يحمل 10 أشخاص في ExAC هذه الطفرة، مما يشير إلى أنها في الغالب لا تسبب المرض، ولا تزيد من خطر الإصابة به بنسبة ضئيلة فقط: **نفاذية تقارب 0.1%**

V210I: شخصان لديهما هذه الطفرة، مما يشير إلى أنها قد تزيد من خطر الإصابة به بنسبة طفيفة: **نفاذية تقارب 8%**

D178N: لم يكن أي من الأشخاص في قاعدة البيانات يحمل هذه الطفرة، مما يعني أنها قد تكون هي المسببة للمرض: **نفاذية تقارب 100%**

يمكن مراجعة تقديرات النفاذية السابقة لجميع الطفرات عبر مقارنة قاعدة بيانات المرض مع رابطة ExAC.

1. Lek, M. *et al. Nature* **536,** 285–291 (2016).
2. Walsh, R. *et al. Genet. Med.* http://dx.doi.org/10.1038/gim.2016.90 (2016).
3. Minikel, E. V. *et al. Sci. Transl. Med.* **8,** 322ra9 (2016).



ILLUSTRATION BY SÉBASTIEN THIBAULT

أزمة استطلاعات الرأي: كيف تعرف حقيقة ما يفكر فيه الناس

تُعَدّ انتخابات الرئاسة الأمريكية لهذا العام الاختبار الأصعب حتى الآن لاستطلاعات الرأي السياسية، حيث سعى الخبراء جاهدين إلى مواكبة التغير المستمر في التكنولوجيا والخصائص الديموغرافية. رامين سكيبا

هيلاري كلينتون في طريقها نحو تحقيق انتصار كاسح على دونالد ترامب، ولكن مهلًا! ترامب بدأ يتقدم، ومن الممكن أن يصل إلى البيت الأبيض. لا! كلينتون متصدرة بوضوح، وحاليًّا تحرز المزيد والمزيد من المكاسب. كل يوم تقريبًا كان يظهر استطلاع جديد للرأي، يعلن عن نتيجة مختلفة، مما جعل الناخبين في حيرة بشأن ماذا يصدِّقون.

تطرح نتائج الانتخابات الأخيرة دواعي أكثر للشك. ففي عام 2013 خالف الحزب الليبرالي الكندي التوقعات عندما فاز بالانتخابات البلدية في مقاطعة كولومبيا البريطانية. وفي العام التالي، بالغت استطلاعات الرأي في تقدير الدعم المقدم إلى الديمقراطيين في انتخابات الكونجرس الأمريكي. وفي هذا العام، قلل بعض منظمي استطلاعات الرأي من أهمية تأييد الشعب البريطاني للانسحاب من الاتحاد الأوروبي، وذلك في الاستفتاء الذي جرى بهذا الشأن. دفعت هذه الأخطاء بعض المعلقين السياسيين إلى القول إنّ استطلاعات الرأي في طريقها إلى الاندثار.

يقول ستيفن فيشر، عالِم الاجتماع السياسي بجامعة أكسفورد: "صار من الصعب كثيرًا أن تجد أناسًا راغبين في تحمُّل التكلفة المطلوبة لإجراء استطلاعات الرأي، في ضوء الأداء الضعيف لتلك الاستطلاعات هذا العام، وفي العام الماضي. لقد فقدت هذه الاستطلاعات مصداقيتها بشدة في المملكة المتحدة".

وقد عمل منظمو استطلاعات الرأي في عجلة على تحسين مناهجهم مع اقتراب قطار انتخابات الرئاسة الأمريكية من الوصول إلى محطته النهائية؛ لتجنب ارتكاب خطأ آخر يضعهم في موقف حرج. في الحقيقة، تزداد مهمة هؤلاء المنظمين صعوبة. فحتى وقت قريب، لا يزيد على عشر سنوات، كان بإمكان منظمات استطلاع الرأي استشعار نبض الرأي العام ببساطة، من خلال الاتصال بالناس في منازلهم، ولكن قطاعات كبيرة من السكان في الدول المتقدمة تخلَّت عن خطوط الهاتف الأرضية، واستبدلت الهواتف المحمولة بها. نتجت عن ذلك صعوبة كبيرة لمنظمي الاستطلاعات في الوصول إلى هؤلاء الأفراد، لأن الناس في الغالب لا يَرُدُّون على الاتصالات التي تأتيهم من أرقام غير مألوفة لهم.

لذا يسعى منظمو استطلاعات الرأي جاهدين لمجابهة تلك المشكلة، فيحسِّنون من الجهود المبذولة للوصول إلى الهواتف المحمولة، ويستخدمون أدوات إحصائية لتصحيح أوجه الانحياز، ويتحولون إلى إجراء الاستطلاعات عن طريق الإنترنت. وقد دفعت الزيادة الكبيرة في استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت إلى إنشاء مواقع تحليلية لاستطلاعات الرأي، مثل «فايف ثيرتي إيت» FiveThirtyEight، و«ريل كلير بوليتيكس» RealClearPolitics، و«هافينجتون بوست» Huffington Post، التي تقوم بتجميع النتائج، وأخْذ متوسطاتها؛ للخروج بتنبؤات أكثر دقة.

يقول كليف زوكين، المتخصص في العلوم السياسية بجامعة روتجرز في نيو برونزويك بولاية نيو جيرسي: "تمر استطلاعات الرأي بسلسلة من التغيرات الانتقالية، فقد صار إجراؤها حاليًّا أكثر صعوبة من ذي قبل. لقد انهار النموذج الذي ظللنا نستخدمه منذ ستينات القرن الماضي، ونحن الآن بصدد إنشاء نموذج جديد يحل محله، ولكننا لم نصل بعد إلى المحطة النهائية".

يمكن القول إن المكونات المطلوبة لإجراء استطلاع رأي دقيق بسيطةٌ إلى حد ما، ولكن قد يكون من الصعب إيجادها، كما أن كل شخص يستخدم وصفة مختلفة لدمج تلك المكونات معًا. تتمثل نقطة البداية في استقطاب مجموعة كبيرة من الأشخاص، يُفضل أن يزيد عددهم على ألف شخص. كذلك لا بد من تقسيم العينة بشكل متساوٍ بين الرجال والنساء. وإضافة إلى ذلك، لا بد أن تعكس العينة التركيبة السكانية من حيث العرق، ومستوى التعليم، والدخل، والتوزيع الجغرافي؛ وذلك من أجل تمثيل الآراء المختلفة وسلوكيات التصويت المختلفة. وعندما تصبح البيانات متاحة أخيرًا، يقوم منظمو الاستطلاع بتحليل الفجوات في العينة الخاصة بهم، وتحديد الوزن المرجح للنتائج؛ لمعرفة المجموعات ضعيفة التمثيل.

يرى مايكل لينك، الرئيس والمدير التنفيذي لشركة «Abt SRBI» لاستطلاعات الرأي في مدينة

نيويورك، والرئيس السابق للجمعية الأمريكية لأبحاث الرأي العام، أن "استطلاع الرأي فن، ولكنه في الحقيقة جهد علمي بالدرجة الأولى".

كذلك تُعتبر استطلاعات الرأي من العمليات الإجرائية التي تجري خلف الأبواب المغلقة. يتولى إدارة استطلاعات الرأي خليط من الشركات والمجموعات الأكاديمية، ولكن بصفة عامة، يطلب إجراء تلك الاستطلاعات مؤسسات إخبارية، وجماعات سياسية. ونتيجة لذلك، نادرًا ما يبوح منظمو الاستطلاعات بتفاصيل الأساليب التي يستخدمونها لأيّ جهة. تقول جيل دارلنج، مديرة الاستطلاعات بمركز الأبحاث الاقتصادية والاجتماعية في جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجيليس: "يتكسَّب كثيرٌ من الناس من وراء هذا العمل، كما أن سُمْعتهم تعتمد عليه".

تغيُّر الأزمان

كان من المعتاد أن يكون الجانب الخاص بجمع البيانات في استطلاعات الرأي أمرًا سهلًا نسبيًّا في الدول المتقدمة. فقد اعتاد منظمو استطلاعات الرأي الاتصال بالأشخاص في بيوتهم، في البداية بطريقة يدوية، ثم في وقت لاحق عن طريق أجهزة الاتصال الأوتوماتيكية في الولايات المتحدة، ولكن خطوط الهاتف الأرضي في الوقت الحاضر في طريقها إلى أن تلقى سريعًا مصير أجهزة التلغراف نفسه (انظر: «كيف تتعرف على أفكار الناخبين»). في عام 2008، كان أكثر من ثمانية من بين كل عشرة منازل في الولايات المتحدة تمتلك خطوطًا للهاتف الأرضي، وبحلول عام 2015، تراجع هذا الرقم إلى خمسة من كل عشرة، وما زال يتناقص. في المملكة المتحدة، يمتلك عدد أكبر من الأشخاص خطوطًا أرضية، ولكن النسبة تتناقص أيضًا. ففي العام الحالي، قال 53% من أصحاب الخطوط الأرضية إنهم لا يستخدمونها على الإطلاق، أو نادرًا ما يستخدمونها.

لقد أصابت ثورة الهواتف المحمولة منظمي استطلاعات الرأي بصدمة قاسية في الولايات المتحدة؛ لأن القوانين الفيدرالية تشترط إجراء الاتصالات بالهواتف المحمولة بطريقة يدوية. وفي أغلب الأحيان، لا يرد الناس على المكالمات التي تَرِد إليهم من رقم غير مألوف. في عام 1997، كان بإمكان منظمي استطلاعات الرأي الحصول على معدل استجابة قدره 36%، ولكن هذا الرقم انخفض إلى 10% فقط، أو أقل. ونتيجة لذلك يحاول منظمو استطلاعات الرأي جاهدين الوصول إلى أكبر عدد ممكن من الأشخاص، ومن ثم فإن التكاليف في ارتفاع مستمر، فكل مقابلة تليفونية على الهاتف الجوال تبلغ تكلفتها ضعف تكلفة مثيلتها على الخط الأرضي. وهناك أيضًا "تحيُّز ناتج عن عدم الاستجابة"، لأن الأشخاص الذين يرُدُّون على مكالمات منظمي استطلاعات الرأي أحيانًا لا يعبِّرون عن عينة تمثيلية، حسب قول فريدريك كونراد، رئيس برنامج المنهجية البحثية لاستطلاعات الرأي بجامعة متشيجان في آن أربور.

وبغضّ النظر عن ارتفاع تكلفة الاتصال بالأشخاص، وصعوبة إجرائه، فإن هذه الطريقة ما زالت هي الوسيلة المثلى للحصول على أدقّ النتائج، كما تقول كورتني كينيدي، مديرة أبحاث استطلاعات الرأي بمركز «بيو» للأبحاث في واشنطن العاصمة. وفي الوقت الحالي، يقوم منظمو استطلاعات الرأي في الولايات المتحدة بالاتصال بالهواتف المحمولة في أكثر من نصف عدد العينات التي يختارونها، ومن المحتمل أن تزداد هذه النسبة، ما دام عدد الأشخاص الذين يتخلصون من خطوطهم الأرضية في ازدياد مستمر.

ويصارع منظمو استطلاعات الرأي مشكلة رئيسة أخرى، ألا وهي التنبؤ بمَن سيُدْلُون بأصواتهم في الانتخابات. وهي العملية التي اتسمت بالصعوبة على نحو غير معتاد في الولايات المتحدة هذا العام، لأن الكثير من الناخبين ليسوا مُتَيَّمِين بالمرشحَين الرئيسَين، اللذَين حصلا على نسب تاريخية من حيث انخفاض شعبيتهما.

تتراوح نسبة المشاركة في أيّ انتخابات وطنية في الولايات المتحدة في المعتاد بين 40 و55%، وهي نسبة تقل عن مثيلتها في معظم الدول المتقدمة الأخرى، حسب ما تذكره منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية. وعلى النقيض من ذلك، تتراوح نسبة الناخبين في المملكة المتحدة في المعتاد بين 60 و70% من عدد السكان الذين يحق لهم التصويت. وعلى الأرجح، يذهب إلى صناديق الاقتراع في الانتخابات الأشخاص الأكثر ثراء والأكبر سنًّا والأفضل تعليمًا إلى جانب مَن أدلوا بأصواتهم في الانتخابات السابقة، ولكن ذلك الأمر يتغير مع كل عملية انتخابية.

عادةً ما يبني منظمو استطلاعات الرأي تقديراتهم لنسبة مشاركة الناخبين على تركيبة خاصة من العوامل، مثل تاريخ التصويت للمشاركين، وانتمائهم إلى حزب سياسي من عدمه، ومدى انخراطهم في السياسة، وهل يقولون إنهم يخططون للإدلاء بأصواتهم، أم لا، إضافة إلى الخصائص الديموغرافية، والعوامل الاجتماعية، والاقتصادية. تقول كينيدي: "من المعروف أن نموذج 'الناخب الاعتيادي' يمثل المكوِّن السري للخلطة في استطلاعات الرأي".

يُعَدّ ذلك أيضًا من أصعب المكونات في استطلاعات الرأي الدقيقة. ففي انتخابات التجديد النصفي الأمريكية، التي جرت في عام 2014، أخفق معظم منظمي استطلاعات الرأي في تنبؤاتهم بتصويت الديمقراطيين. كانت نسبة المشاركة 36% فقط، وهو ما يُعَدّ بمثابة انخفاض لم يسبق له مثيل في الأعوام السبعين الماضية، مما أدى إلى قلة عدد الأصوات التي ذهبت إلى المرشحين الديمقراطيين على نحو غير متناسب.

وفي الانتخابات العامة التي جرت في المملكة المتحدة في عام 2015، قللت غالبية المؤسسات الكبرى المنظِّمة لاستطلاعات الرأي، بما فيها «آي سي إم غير المحدودة» ICM Unlimited، و«يو جوف» YouGov من أهمية مشاركة الناخبين من كبار السن المؤيدين لحزب المحافظين، وفقًا لاستقصاء نُشر في شهر مارس، بواسطة مجلس الاستطلاعات البريطاني، وجمعية أبحاث السوق[1]. وجد الاستقصاء أيضًا أن منظمي استطلاعات الرأي تَظهَر لديهم تحيُّزات منهجية في عيناتهم. فقد شملت العينة الخاصة بهم عددًا كبيرًا جدًّا من مؤيدي حزب العمال على حساب مؤيدي حزب المحافظين. وكانوا قد قاموا بتطبيق إجراءات الترجيح والتعديل على البيانات الأولية، ولكن هذا الأمر لم يخفف من حدة التحيز. ومن بين مصادر الخطأ الأخرى التي حددها التقرير، مسألة «سلوك القطيع»، وهي تحدث عندما يقوم منظمو الاستطلاع ـ بوعي، أو بغير وعي ـ بضبط استطلاعاتهم بطريقة تجعل نتائجها مشابهة للنتائج التي تم إطلاقها في وقت سابق، مما يجعل نتائج الاستطلاعات متقاربة.

لا يُعَدّ التحيز لصالح الأحزاب اليسارية مقصورًا على المملكة المتحدة، فقد قدَّم الاستقصاء تحليلًا لأكثر من 30 ألف استطلاع رأي من 45 دولة؛ ووجد انحيازًا مشابهًا، وإنْ كان بدرجة أقل. لم يقدم التقرير تفسيرًا لأسباب ذلك، ولكن بعض منظمي استطلاعات الرأي في الولايات المتحدة وبريطانيا يُعْزي ذلك الاتجاه إلى تنبؤات غير دقيقة بمَن سيذهبون إلى صناديق الاقتراع. ففي حالة المملكة المتحدة، أوصى الفريق بأن يعمل منظمو الاستطلاعات على الحصول على عينات أكثر تمثيلًا، والبحث عن وسائل أفضل لترجيح تلك العينات.

> **«استطلاع الرأي فن، ولكنه في الحقيقة جهد علمي بالدرجة الأولى»**

يسعى منظمو الاستطلاعات كذلك إلى تحسين مستوى الدقة لديهم، من خلال تغيير الطريقة التي يستخدمونها في تصميم نموذج الناخبين الاعتياديين. ففي الماضي، كان منظمو الاستطلاعات يتعاملون مع العينة بطريقة مزدوجة، من خلال تحديد عدد مَن يذهبون إلى التصويت في يوم الانتخابات، وعدد مَن سيُلازِمون منازلهم. أما الآن، فإنهم يميلون إلى وضع احتمال لمسألة إدلاء الشخص بصوته من عدمه.

ومِن الأمور المساعِدة أيضًا توخِّي مزيد من الشفافية. يقوم منظمو الاستطلاعات في المملكة المتحدة بمشاركة الطرق التي يستخدمونها مع مجلس الاستطلاعات البريطاني، الذي أسهم في إجراء البحث الأخير، الذي قاد إلى نقاشات مثمرة بشأن الوسائل المستخدَمة في تحسين الدقة، حسب قول فيشر، الذي شارك في الاستقصاء.

نحن نؤمن بالبيانات

وحتى في الحالات التي تتمكن فيها مؤسسات استطلاع الرأي من جمع عينة تمثيلية، لا يمكنها دائمًا الوثوق في الإجابات التي يقدمها الأشخاص. ومن بين الأمثلة الصارخة على هذا الموضوع في الولايات المتحدة، ما حدث في الانتخابات التي جرت في عام 1982 لاختيار حاكم ولاية كاليفورنيا. كان عمدة لوس أنجيليس توم برادلي ـ وهو أمريكي من أصل أفريقي ـ في المقدمة باستمرار، وفقًا لاستطلاعات الرأي، ولكنه خسر الانتخابات بفارق ضئيل. وفيما بعد، أشار منظمو الاستطلاعات إلى أن ذلك التباين قد وقع، لأنّ هناك ناخبِين لم يريدوا أن يعترفوا بأنهم لن يؤيدوا مرشحًا ينتمي إلى أصول أفريقية. وهو ما يُعرف حاليًّا باسم «تأثير برادلي».

من بين الأمثلة الأخرى التي لا تختلف كثيرًا ما يعرف باسم «تأثير المحافظ الخجول»، وهي ظاهرة استمدت اسمها من الناخبين أصحاب الميول المؤيِّدة لحزب المحافظين في المملكة المتحدة، الذين يخفون آراءهم، أو لا ينقلون نواياهم الحقيقية إلى منظمي الاستطلاعات. إنّ ذلك الأمر جعل بعض الخبراء يتساءلون عما إذا كان من المحتمل تدخل عامل مشابه مؤيد لترامب في الانتخابات الأمريكية الأخيرة، بحيث تشعر نسبة من الناخبين بالحرج، أو التردد في الاعتراف بدعمهم لترامب، أو معارضتهم لكلينتون، ولكن معظم كبار منظمي استطلاعات الرأي يساورهم الشك في أن يلعب ذلك دورًا رئيسًا، لأن استطلاعات الرأي التي أُجريت قبل الانتخابات التمهيدية للحزب الجمهوري قدَّمت قياسًا دقيقًا للدعم المقدَّم لترامب، وكان أداء ترامب نفسه مشابهًا في استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت، وكذلك في الاستطلاعات التي جرت عن طريق المقابلات الحية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيف تتعرف على أفكار الناخبين

واجه منظمو استطلاعات الرأي مشكلات في الحصول على فهم دقيق لنوايا الناخبين في بعض الانتخابات التي أجريت مؤخرًا.

إن التحول من خطوط الهواتف الأرضية إلى الهواتف المحمولة جعل من الصعب على بعض المنظمات العاملة في مجال الاستطلاعات في الولايات المتحدة الحصول على عينات تمثيلية كبيرة للناخبين. كذلك صارت استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت أكثر شيوعًا وانتشارًا مع زيادة استخدام الشبكة العنكبوتية.

%
منازل تمتلك خطوطًا أرضية
استخدام الإنترنت
منازل لا تمتلك سوى خطوط هواتف محمولة فقط
100
80
60
40
20
0
2015 ‘14 ‘13 ‘12 ‘11 ‘10 ‘09 ‘08 ‘07 ‘06 ‘05 ‘04 2003

أخفقت استطلاعات الرأي في المملكة المتحدة في التنبؤ بالظهور القوي لحزب المحافظين في الانتخابات البرلمانية التي أجريت في عام 2015.

الهامش بين حزبي المحافظين والعمال
النتيجة الفعلية
عن طريق الإنترنت
عن طريق الهاتف
10
5
0
–5
–10
–15
2015 2014 2013 2012 2011 2010

ظلت استطلاعات الرأي في المملكة المتحدة تقلل من قيمة نسبة الأصوات التي تذهب إلى حزب المحافظين لعقود، ولكن الخطأ الذي ارتُكب في عام 2015 كان أكبر مما كان يحدث في معظم الانتخابات السابقة.

صافي نسبة الخطأ
8
4
0
–4
–8
2015 2005 1995 1985 1975 1965 1955 1945

SOURCES: CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION; PEW RESEARCH CENTER SURVEYS, 2000–15; REF. 1

ربما تتيح التقنية المتقدمة لمنظمي الاستطلاعات قراءة أفضل للمشاعر الحقيقية للناخبين. فعلى سبيل المثال.. تتيح استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت للأشخاص أن يجيبوا وقتما يريدون، وأن يصرحوا بنواياهم، دون خوف من رأي أو حُكْم يتلقونه في مقابلة حية. كذلك تجعل تلك الاستطلاعات الإلكترونية من السهل جمع آلاف الإجابات في وقت قصير وبتكلفة أقل، حيث تبلغ التكلفة 30 ألف دولار أمريكي لاستطلاع مدته 12 دقيقة، مقابل أكثر من 70 ألف دولار أمريكي لاستطلاع مشابه عن طريق الهاتف، حسب قول كريس جاكسون، نائب رئيس «إبسوس للشؤون العامة»، وهي شركة عالمية لأبحاث السوق واستطلاعات الرأي في واشنطن العاصمة، لكن استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت تعترضها بعض التحديات أيضًا، ففي المعتاد، تقوم تلك الاستطلاعات بجذب الأشخاص عن طريق نشر إعلاناتها على مواقع الويب الشهيرة، ومن ثم يقرر الناس ما إذا كانوا سيشاركون، أم لا، وذلك يعني أنه ربما يكون هناك تحيُّز ضمني في العينات المشارِكة. فمنظمو الاستطلاعات لا يعرفون بالضبط مَن غاب عن المشاركة في الاستطلاع، ومِن الصعب تقدير الأعداد النهائية المشارِكة في الاستطلاع بثقة.

بدأ بعض منظمي الاستطلاعات تجربة الاستطلاعات التي تُجرى من خلال الرسائل النصية. وكما هو الحال في استطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت، يستطيع الأشخاص اختيار الإجابة وقتما يريدون، وتجنُّب الحديث إلى شخص ما. قام مايكل شوبر، عالِم النفس بالكلية الجديدة للبحوث الاجتماعية في مدينة نيويورك، وزملاؤه باختبار الاختلافات بين المقابلات الحية، وتلك النصية[2]. يقول شوبر: "يقود انعدام الضغوط الزمنية والاجتماعية في المقابلات عن طريق الرسائل النصية الأفرادَ إلى أن يفصِحوا عن قَدْر كبير من المعلومات، وأن يكونوا أكثر صدقًا".

هناك نهج آخر، يتمثل في تجميع فريق من الأشخاص، وإجراء استطلاع الرأي على هؤلاء الأشخاص بشكل متكرر. وأبرز الأمثلة على ذلك، استطلاع الرأي التتبعي للانتخابات الرئاسية، الذي تم تدشينه في يوليو الماضي، بالتعاون بين كلية دورنسايف التابعة لجامعة جنوب كاليفورنيا، وجريدة «لوس أنجيليس تايمز» Los Angeles Times. قام منظمو هذا الاستطلاع باختيار عشوائي للأشخاص، بناء على المعلومات التي حصلوا عليها من الخدمة البريدية في الولايات المتحدة، وقاموا بالتواصل مع هؤلاء الأشخاص عن طريق البريد، حيث استقطبوا 3,000 شخص؛ للمشارَكة بصفة أسبوعية في استطلاعاتهم التي تُجرى عن طريق الإنترنت. وبخلاف الاستطلاعات الأخرى، ليس هناك احتياج في هذه الطريقة إلى استقطاب مشاركين جدد بصفة مستمرة، ولا يقل معدل الاستجابة عن 15%، وهي نسبة أعلى من نظيرتها في الاستطلاعات التي تُجرى عن طريق الهاتف. ويحصل منظمو الاستطلاع على بيانات كافية؛ لمعرفة الخصائص السكانية لأفراد العينة معرفة جيدة؛ ومن ثم الثقة في اتجاهاتهم، حسب قول دارلنج، التي تقود الاستطلاع.

ومع ذلك، فإذا اتضح أن العينة تتضمن تحيزا من أي نوع، فإن ذلك يعني أن جميع استطلاعات الرأي التي جرت طوال مدة استخدام العينة سوف تتضمن ذلك التحيز أيضا. وربما يكون هذا ما حدث في استطلاع هذا العام، الذي حمل ميلا بسيطا لمصلحة ترامب، قبل فوزه بالفعل في الانتخابات، بحسب ما صرح به موقع «فايف ثيرتي إيت» المتخصص في تجميع الاستطلاعات.

لتقليل خطر الانحياز، يقوم الباحثون حاليا باختبار نوع جديد من استطلاعات الرأي، إذ قام أندرو جيلمان، عالم الإحصاء والسياسة بجامعة كولومبيا في مدينة نيويورك، وزملاؤه، بتجميع مجموعة كبيرة جدا من الأشخاص، وقسموهم إلى مجموعات تضم عشرات الآلاف من الفئات الديموغرافية. قام الباحثون باختبار أسلوب التصنيف المتطرف ذلك على بيانات التصويت الخاصة بالانتخابات الرئاسية الأمريكية التي جرت في عام 2012، واتضح أنه قد أتى بتوقعات دقيقة للنتائج على مستوى الولايات، من خلال استخدام أوزان ترجيحية مضبوطة بدقة لتصحيح العينة غير التمثيلية[3]. ورغم ذلك، فإن هذا المنهج المعقد يستغرق وقتا أطول بكثير ويتطلب بيانات أكثر تفصيلا مما يتم جمعه في الغالب.

ومع ذلك فإن ذلك المنهج يمكن أن يكون بمثابة لمحة خاطفة عما سيحدث في المستقبل. يقول جو تويمان ـ رئيس قسم الأبحاث السياسية والاجتماعية لأوروبا والشرق الأوسط وأفريقيا بشركة «يو جوف» ـ إن "البيانات الضخمة" هي المصدر الذي سوف يأتي لنا بنتائج أكثر دقة: "سوف يركز الأمر على الربط بين بيانات التصويت الخاصة بالمشارك، واستخدام الإنترنت، وبيانات الاستطلاع الأخرى، والبيانات الديموغرافية؛ مما يخلق صورة أكثر شمولية لذلك الشخص، وهذا من شأنه إتاحة الفرصة للحصول على مجموعة من التنبؤات الأكثر دقة". وسيستخدم منظمو الاستطلاعات هذه المعلومات؛ لتقدير مَنْ يُحتمل أن يدلي بصوته، وكذلك لتحليل نتائج الاستطلاع، عن طريق ـ على سبيل المثال ـ تحديد القضايا التي تشغل حيزًا كبيرًا من اهتمام الناخبين على اختلاف أنواعهم.

قادت التكلفة المنخفضة لاستطلاعات الرأي عن طريق الإنترنت إلى زيادة كبيرة في عدد استطلاعات الرأي ذات الجودة المتباينة؛ مما جعل من الصعب على الصحفيين، وصانعي السياسات، وغيرهم الفصلَ بين الغث، والسمين. وتحاول مواقع تجميع الاستطلاعات ترجيح الاستطلاعات على أساس ثقتها في الماضي، ولكن ذلك لا يضمن تحقيق النجاح في المستقبل، وبخاصة إذا استخدمت أدوات استطلاعية منخفضة الجودة، وقصيرة الأجل.

وعلى عكس المزاعم الواضحة عن انتهاء عصر استطلاعات الرأي، فإن الممارِسين يقولون إنها تمر بمرحلة انتقالية فحسب، ولكن منظمي استطلاعات الرأي يعترفون بالفعل بأن هناك بعض العقبات التي لا يمكن تخطِّيها. وفي حين أنّ فصول الانتخابات تزداد طولًا، والناس يجدون أسبابًا أكثر وأكثر لاستطلاع الرأي العام، فإنّ عدد استطلاعات الرأي سوف يظل في ازدياد مستمر. وحسب قول جيلمان، فإنّ منظمي الاستطلاعات يقرُّون بأنه لا يسعهم سوى أن يطلبوا المزيد من الناس، ويضيف: " لدينا مورد غير متجدد من الثقة الجماهيرية". ■

رامين سكيبا يعمل محررًا تحت التمرين بدورية *Nature* في واشنطن العاصمة.

1. Sturgis, P. *et al. Report of the Inquiry into the 2015 British General Election Opinion Polls* (Market Research Society and British Polling Council, 2016); available at http://eprints.ncrm.ac.uk/3789
2. Schober, M. F. *et al. PLoS ONE* **10,** e0128337 (2015).
3. Wang, W., Rothschild, D., Goel, S. & Gelman, A. *Int. J. Forecast.* **31,** 980–991 (2015).

تعليقات



SCOTT KELLY/NASA

واشنطن العاصمة ليلًا.

يجب أن تكون للعلماء كلمة بخصوص مستقبَل المدن

يسعى مؤتمر للأمم المتحدة إلى تحقيق الاستدامة الحَضَرية، إلا أن برنامجه سيفشل، إنْ لم يأخذ برأي الباحثين؛ حسب تحذيرات **تيمون مكفيرسون** وزملائه.

سوف تفوق المناطق الحَضَرية التي ستُبنى في السنوات الثلاثين القادمة فقط العدد الإجمالي الذي بُني حتى الآن، وسوف تضاعِف المستوطناتُ المتنامية من الحاجة إلى البنية التحتية، والغذاء، والطاقة، والماء، والإسكان. ببساطة سوف تؤدي تلبية التوسُّع الحَضَري المتوقع إلى خرق حدّ الاحترار، الذي حددته اتفاقية باريس للمناخ في عام 2015.

كان من المقرر أن يُعقد مؤتمر الأمم المتحدة الثالث للمدن العالمية الرئيسة في الأسبوع الثاني من شهر أكتوبر الماضي، تحت اسم «هابيتات 3» Habitat III، في كيتو بالإكوادور. يتبنى هذا اللقاء متعدد الأطراف - الذي يُعقد مرة كل 20 سنة – إطار عمل عالميًّا؛ لجعل المدن أكثر استدامة، يُسمى البرنامج الحَضَري الجديد (NUA)، لكن المؤسف هو أن العِلْم كان غائبًا ـ إلى حد بعيد ـ عن عملية إعداد هذا البرنامج. وعلى النقيض، أرشدت أدلّة الخبراء مسار اتفاقية باريس للمناخ، وإطار عمل سِنداي لعام 2015، الخاص بتقليص مخاطر الكوارث، وبرنامج الأمم المتحدة لعام 2030 للتطوير المستدام، وأهدافه للتنمية المستدامة (SDGs).

يرجع أحد أسباب ذلك إلى أن المجتمع العلمي لم يكن جاهزًا لمؤتمر «هابيتات 3»، فالعلماء الذين تمت دعوتهم للحضور قبلوا بدور استشاري، وطغت عليه أصوات الحُضور. وفيما بعد، في أواخر شهر يوليو الماضي، تخلَّى المتفاوضون عن اللجنة المقترحة متعددة المسؤولين، التي كان من الممكن أن تُدْخِل رسميًّا علماء وممثلين آخرين غير حكوميين في عملية التنفيذ. كما كان بعض أعضاء الاتحاد الأوروبي والدول الغنية الأخرى متخوفين من أن تكلِّفهم اللجنة الكثير. وفشلت المسودة الأخيرة من ◄

البرنامج الحَضَري الجديد[1]، التي جرى التفاوض عليها في نيويورك في شهر سبتمبر الماضي في تغيير ذلك. لذا أصبح من الضروري مناقشة القضية مرة أخرى من حيث أهمية العلوم الحضرية، وبناء واجهة تَوَاصُل بين العلم والسياسة في البرنامج الحَضَري الجديد.

إن بحوث المدن متباينة، ومُهَمَّشة، وسيئة التحضير، لدرجة لا تمكِّنها من أن تشارك بشكل فعال في السياسة العالمية، بينما يتطلب برنامج «هابيتات 3» مجموعة عالمية من علماء الفيزياء الحيوية، والاجتماع لتقييم التطورات، والمساعدة على توجيه التقدم. ولتحقيق البرنامج الحَضَري الجديد وأهداف التنمية المستدامة، يجب على مجتمع علماء بحوث المدن حول العالم أن يجتمعوا معًا؛ لتأسيس هيئات لذلك، وتحديد آليات التمويل والبرامج البحثية.

التسارع الحَضَري

تُعتبر عملية التمدّن السريعة واحدةً من أكبر التحولات الاجتماعية في التاريخ البشري[2]. تستنزف المدن الموارد، كما تواجه مخاطر جديدة يسببها التغير المناخي، فعلى سبيل المثال، تُظهِر الفيضانات الكارثية التي حدثت في العقد السابق في الولايات المتحدة، والفلبين، والمملكة المتحدة، والهند، والصين مدى هشاشة المدن الساحلية، وتلك الموجودة على ضفاف الأنهار في مواجهة الأعاصير، إضافة إلى الخسائر الناجمة عنها، التي تساوي تريليونات الدولارات[3].

ويمكن أن تكون المدن أيضًا بمثابة محرِّكات للإبداع، فالتقدم الأكبر الذي يحدث هنا في هذا المجال هو ما يطرأ على التغير المناخي[4]، وأهداف الاستدامة الأخرى[5]. فمثلًا، تحتضن المدن حول العالم بِنْيَة تحتية قائمة على الطبيعة؛ من أجل التكيُّف والتأقلم، ومن ذلك الأسطح الخضراء، وتجديد أراضي المستنقعات[6].

تتصف فعاليات المدن بالتعقيد، وهي غالبًا ما تكون بعيدة عن الاتزان، وتنطوي على خصائص بارزة، وديناميكيات غير خطية. ومِن الصعب تخطيط المناطق الحَضَرية، وإدارتها، وحُكْمها، إذ تتصف بشهية نهمة للطاقة والمواد، ويصاحبها تأثير بيئي عالمي[7]. لذا تثير التحديات الحَضَرية أسئلة معقدة مترابطة فيما بينها عن المساواة، والعدل، والتأقلم، والفرص الاقتصادية، وتطوير البنية التحتية، وإعادة التجديد البيئي، وأكثر من ذلك.

تضافر الجهود

سوف يتطلب تنفيذ البرنامج الحَضَري الجديد وأهداف التنمية المستدامة ذات الصلة، ومراقبتها، وتقييمها، ومراجعتها دلائل من مجتمع البحث العلمي؛ بدءًا من علماء الطبيعة والاجتماع، حتى المختصين بالشؤون الإنسانية. وكي تكون بحوث المدن مفيدة لصنَّاع القرار، يجب أن تكون منظمة وتمثيلية، وأن يُنظر إليها على أنها مشروعة. وهذا بعيد عن الواقع.

إن باحثي المدن مشتَّتون عبر هيئات غير حكومية، ووكالات حكومية، ومنظمات مجتمعية، داخل وخارج المجال الأكاديمي. وهم يُغَطُّون اختصاصات ومهن كثيرة، منها مجال العمارة، وعلم البيئة، والهندسة، والجغرافيا. ويُوَزَّع الأشخاص، والتمويلات، والهيئات على نحو غير متساو.

يُوجد معظم علماء بحوث المدن ومواردها في عالم الشمال والمدن الكبيرة، أما التحديات الحَضَرية الأكثر إلحاحًا، فتظهر أكثر في عالَم الجنوب، وفي المدن الصغيرة إلى المتوسطة. وتختص بحوث المدن وحلولها بالسياق المعني فقط؛ فتباينات المسارات التطويرية المختلفة للمدن في أفريقيا، وآسيا، وأمريكا اللاتينية قد تكون ـ على الأقل ـ بأهمية الفجوة الموثَّقة نفسها على نحو أفضل بين المدن الشمالية والجنوبية[8].

ويجب على العلماء أن يوسِّعوا البحوث الرئيسة في السياقات الحضرية، التي هي أقل دراسة، وأسرع تغيرًا، كتلك الموجودة في أمريكا اللاتينية، وجنوب آسيا، وجنوب شرقها. فعلى سبيل المثال، لا يُعرف إلا القليل جدًّا عن نظام المدن المتشارك حول العالم من حيث استخدام المواد، والبيئات الحيوية، والأعراف الاجتماعية والسياسية، وكذلك الهجرة، وحاملي الأمراض، والإبداع. لذا يجب على علماء بحوث المدن استقصاء تلك الأشياء و«نمذجتها» على نحو أفضل؛ لتقديم معلومات للتخطيط والإدارة ووضع السياسات[9].

وثمة شح في المهارات اللازمة لجمع مصادر معرفة كثيرة معًا؛ من أجل وضع سياسة عالمية للمدن. فمنظومات مَنْح الشهادات الحِرَفية، والافتقار إلى التفاعل فيما بين القطاعات المختلفة يدعمان عزلة المتخصصين، مثل المهندسين، والمعماريين، والمخطِّطين. وخلافًا للمتوقع، فإن باحثي المدن في عالَم الجنوب ـ المرغَمين على أن يكونوا متنوعي الاختصاصات، بسبب نقص المهارات ـ يمكنهم امتلاك خبرات أوسع نطاقًا من أندادهم في عالَم الشمال، حيث غالبًا ما تدعِّم الممارسات والتقييمات الأكاديمية التخصص ذاته. وكثيرٌ من علماء الجنوب ينخرطون مباشرة في العمل مع المجتمعات الحضرية، وصنَّاع القرار المحليين والوطنيين.

> «تُجرى معظم البحوث في الشمال، بينما الحاجة الملحَّة إليها موجودة في الجنوب».

إن النموذج الذي رُوِّج له أثناء فعاليات مؤتمر «هابيتات 3»، لقيامِه بمضافرة المعرفة الحضرية على المستوى العالمي، والذي يعادل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ «IPCC»، لكنه خاص بالمدن، نراه غير ملائم. فبرغم نجاح الهيئة المعنية بتغير المناخ في تركيز جهود المجتمع الدولي لعلوم المناخ على أسئلة محددة ذات صلة بالسياسة، تبيَّن كذلك أنها بطيئة ومرهقة. إن العلوم الحضرية مجال واسع وسريع الحركة، حتى إن العلماء فيه لا يتفقون بالضرورة على أكثر الأسئلة البحثية أهمية، والقوانين على وجه الخصوص.

خمس خطوات

نوصي باتباع الخطوات التالية؛ لتعزيز تطوير العلوم الحضرية وتأثيرها.

تشكيل هيئة علمية حضرية عالمية. يجب تشكيل منصة علمية حضرية دولية؛ لتفعيل برنامج ما بعد عام 2030. وعلى تلك المنصة أن تسمح بحدوث تفاعل واسع بين العلم والسياسة، وكذلك التعلُّم المتبادَل بين المدن على المستوى العالمي. ويمكنها أن تربط الشبكات العالمية الموجودة مع بعضها البعض، مثل الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ، والمنصة الحكومية للسياسات العلمية حول التنوع الحيوي وخدمات النظم البيئية، وبرنامج الأمم المتحدة للمستوطنات البشرية (UN Habitat)، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، وشبكة المعرفة والتنفيذ الحضرية لأرض المستقبل، وشبكة حلول التنمية المستدامة. ويجب تطوير هذه الهيئة بالتشاور مع العلماء، والجمعيات الحِرَفية، وذوي المعرفة الحضرية في جميع المستويات، ومنهم المختصون، وموظفو الخدمة المدنية، والمواطنون. كما يجب أن تكون السلطة شاملة، ويمكنها أن تقوم على النموذج متعدد المراكز، والمطور في مبادرة «أرض المستقبل» Future Earth، وهي بمثابة منصة عالمية لبحوث الاستدامة، لها مراكز إقليمية تعالِج القضايا المحلية.

نشْر المعارف والمؤسسات عالميًّا. تُجرى معظم البحوث في الشمال، بينما الحاجة الملحَّة لها موجودة في الجنوب، لكن الشمولية والتنوع عبر المناطق الجغرافية المختلفة والنطاقات العلمية هما مفتاح المشروعية والوضوح. لذا ثمة حاجة إلى استثمار أكبر في المعاهد الأكاديمية التي تربط بين البحوث الحضرية، والسياسة، والممارسات في المناطق التي تتمدن بسرعة عالية. وقد يساعد تحديد المعرفة والمؤسسات على الكشف عن الفجوات الأساسية الجغرافية والموضوعية.

زيادة تمويل البحوث الحَضَرية. ثمة حاجة إلى مصادر عالمية فعلًا للمِنَح البحثية؛ لتمكين إجراء دراسات مقارِنة بين المدن والمناطق. ويجب تقديم تلك المنح بدعم من الحكومات الوطنية، وبنوك التنمية، والمؤسسات الخاصة. وسيتطلب ذلك مبالغ كبيرة (وهذا أحد أسباب إلغاء اللجنة متعددة المسؤولين من مسودة البرنامج الحضري الجديد الأخيرة).

دعم البحوث الجامعة للاختصاصات وعمليات التركيب. يجب على المجتمعات التي تتمتع بالمعرفة ذات الصلة أن توجِّه سياسة التطوير الحَضَري على المدى القصير، والمدى البعيد. ويجب دعم البحوث الجامعة للاختصاصات، من خلال هيئات ومصادر تمويل جديدة للعلوم الحضرية. ويجب تركيب المعرفة الموجودة، وإدخالها في عملية صنع القرار في جميع المستويات.

تحسين الوصول إلى محاور الربط بين السياسة والعلوم. يجب أن يكون لعلماء بحوث المدن دور واضح في منصات السياسات التي تبرز الآن في البرنامج الحضري الجديد، والمنظومة متعددة الجوانب الأوسع نطاقًا، مثل الترابط الذي ينشأ بين الأهداف الحضرية؛ لتطوير المدن المستدامة، وشبكة المعرفة والتنفيذ الحضرية لأرض المستقبل.

إنه لمن الضروري أن يتم توسيع نطاق بحوث المدن، وتشجيع تكوين قيادة علمية؛ لتوجيه عملية صنع السياسات الحضرية العالمية، ونقدها. ■

تيمون مكفيرسون عالِم بحثي زائر بمعهد كاري لدراسات النظام البيئي، وأستاذ مساعد لعلم البيئة الحضرية في ذا نيو سكول بنيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: timon.mcphearson@newschool.edu

1. *Habitat III: Draft New Urban Agenda* (United Nations, 2016).
2. Bai, X., Shi, P. & Liu, Y. *Nature* **509,** 158–160 (2014).
3. Aerts, J. C. J. H., Botzen, W. J. W., Emanuel, K., Lin, N., de Moel, H. & Michel-Kerjan, E. O. *Science* **344,** 473–475 (2014).
4. Revi, A. & Rosenzweig, C. *The Urban Opportunity: Enabling Transformative and Sustainable Development* (Sustainable Development Solutions Network, 2013).
5. Kanuri, C., Revi, A., Espey, J. & Kuhle, H. *Getting started with the SDGs in Cities* (2016); available at: https://sdgcities.guide
6. Roberts, D. *et al. Environ. Urban.* **24,** 167–195 (2012).
7. Grimm, N. B. *et al. Science* **319,** 756–760 (2008).
8. Parnell, S. & Oldfield, S. *The Routledge Handbook on Cities of the Global South* (Routledge, 2014).
9. McPhearson, T. *et al. BioScience* **66,** 198–212 (2016).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

سياسة

أينشتاين رجل الدولة

تحتفي **نانسي ثورندايك جرينسبان** بدراسة عن عالِم الفيزياء، بصفته شخصيّة عامة مؤثرة.

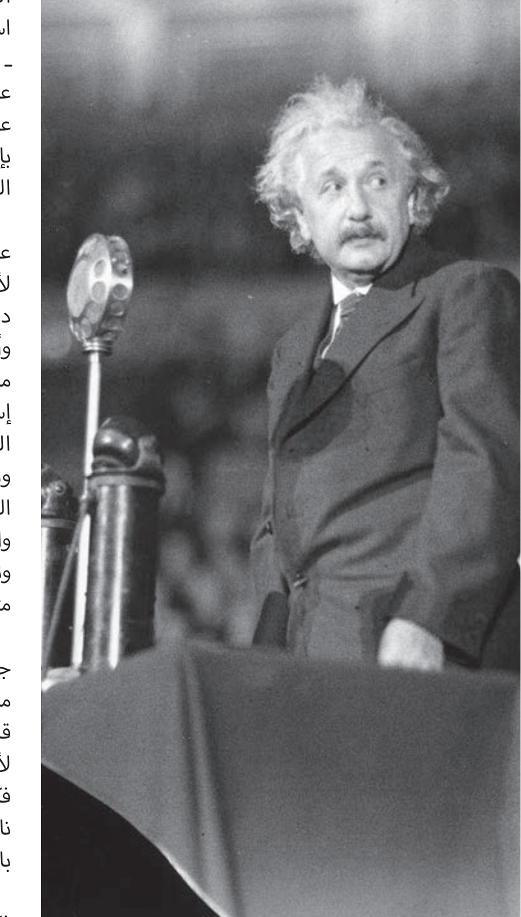
تمّ تحليل أحلام ألبرت أينشتاين، وتفحُّص حياته العاطفيّة، والتدقيق في رسائله. لقد تمّ تشريح دماغه، ونقله إلى مسافة 5,000 كيلومتر عبر الولايات المتّحدة. وبطريقة ما، كُتبت له النجاة من ذلك كله.

في كتاب «أينشتاين وسياسات القرن العشرين» *Einstein and Twentieth-Century Politics*، يدور الجدل مرّة أخرى حول سياسة الفيزيائي ومبادئه. يُعَدّ أينشتاين مفكّرًا عالميًّا؛ فهو العالِم الذي يمتلك رؤى اجتماعيّة مهمّة، فضلًا عن تمتعه بشخصيّة كاريزمية قوية. يبرز ريتشارد كروكات المواقف التي تألّق فيها أينشتاين، وتجسّدت فيها النزاعات الكبرى في العالم آنذاك: السلام، والصهيونية وإسرائيل، والقنبلة الذرية وسباق التسلّح، والحكومة العالميّة. وممّا دَوَّنه كروكات، الباحث البريطاني في السياسة الخارجية الأمريكية والعلاقات الدولية في منتصف القرن العشرين: "إنّ الناظر في حياة أينشتاين وأفكاره ليرى أنّه يحمل العالَم الذي يعيش فيه على كتفيه، وليس في ذهنه فحسب".

كانت أولى غزوات أينشتاين المشهودة في السياسة في عام 1914. لقد كان جريئًا منذ البداية، فقد كان في الـ35 من عمره يدرِّس في جامعة برلين، حين وقَّع ـ إلى جانب ثلاثة أشخاص فقط ـ على بيان ضدّ الحرب العالمية الأولى. وكان ذلك لمواجهة بيان آخر، وَقَّعه 93 من أقرانه؛ للدفاع عن حرب ألمانيا "العادلة". ودون أن يصرِّح بذلك علنًا، كان أينشتاين يأمل أن تخسر ألمانيا الإمبريالية الحرب، وأن تقوم من تحت الرماد حكومة اشتراكية ديمقراطية.

قبل الحرب، كان الرجل بالكاد معروفًا خارج عالَم الفيزياء، حتى شملته الشهرة سنة 1919، عندما أَكَّد العالِم التجريبي آرثر إدنجتون النظرية النسبية العامة. بعد ذلك لم يعد أنشتاين «اليهودي» آدميًّا صرفًا، الأمر الذي أثار ضده ـ بشكل مطّرد ـ ألمانيا المعادية للساميّة. فقد هاجمه المناهِضون للنسبية، ممن يملكون أجندة معادية لليهود. ولهذا، ولهذا الأمر فقط، جاء هجومه المضاد عنيفًا، في مقال صحفي له، جلب عليه مزيدًا من الهجمات. وقد عَلِم أنّ المناوئين له باستطاعتهم التحريض عليه، وأنّه في حاجة إلى حماية خصوصيته، وأنّ وُلُوجه المعترك السياسي يمكن أن يعطّل مسيرته العلمية. ومنذ ذلك الحين، أَضحَى يدلي بالبيانات حول القضايا السياسية والأخلاقية التي تهدف إلى إبقائه في إطار السياسة غير المثيرة للجدل. أحيطت كلّ هذه الأبعاد وصيغت بجزالة في كتاب «أينشتاين وسياسات القرن العشرين».

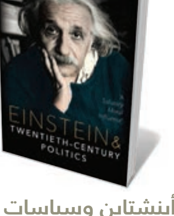
بعد الحرب العالمية الأولى، تأسّست عصبة الأمم؛ لدفع عمليّة السلام. وكانت لأينشتاين علاقة متذبذبة معها، كما هو شأن العديد من معاصريه الليبراليين. لقد كانوا يخشون أن تحبِط القوّة العسكرية للأمم هدفَهم السلمي. لقد صنع الدمار الذي خلّفته الحرب من الكثير مسالمين خالصين. وفي سنة 1933، وبعد مغادرته ألمانيا إلى الولايات المتّحدة تحت تهديد النازية، راجع أينشتاين آراءه. انتابته ـ رغمًا عنه ـ براجماتية غاضبة، جعلته


أينشتاين يحاضر عن العِلْم والحضارة في سنة 1933.

KEYSTONE/GETTY

يتساءل: ما الخير المرتجَى من دعمنا للسلام، إذا فقدنا الحرية؟ أصبحت القوّة العسكرية المتحالفة – في نظره - نعمة. وعلى هذا المنوال، كان تطوّره الفكري في العديد من القضايا، لتُكال له انتقادات في السرّ من أصدقائه المفكّرين اليساريين، ومن خصومه في العلن، لا سيما أولئك المنتمين إلى الحكومة الأمريكية. لقد وُصِم بصفات مختلفة من قبيل: المتهور، والمنافق، والأحمق، والموالي للسوفْيِتّ.

كان ثمة قرار واحد ـ وهو التَرويج لصنع القنبلة الذرية ـ ندم عليه حتّى مماته. لقد كتب ثلاث رسائل للرئيس الأمريكي فرانكلن روزفلت؛ أيدت الاثنتان الأوليان منهما القنبلة؛ وحذّرت الثالثة بطريقة غير مباشرة من استخدامها. وقد شرح بعد الحرب العالية الثانية مبرِّره ـ المتمثل في أنّه لم يشتغل البتّة على القنبلة ـ لكنه عجز عن محو ما تَرَسَّخ لدى العامّة، من كونه المسؤول عنها. وكان آخِر ما استطاع فعله في النهاية هو الضغط بإلحاح؛ من أجل قيام حكومة أممية تتولّى التحكم في القوّة العسكريّة، وخاصةً في القنابل الذرية.



أينشتاين وسياسات القرن العشرين: «تأثير أخلاقي حميد»
ريتشارد كروكات
مطبعة جامعة أكسفورد: 2016.

يَستخدِم كروكات بمهارة رسائل ومقالات حصل عليها من «الجناح الليبرالي للرأي العام الدولي» لأشخاصٍ، جميعهم ليسوا من العلماء؛ لتوضيح دقائق القضايا. ومن هؤلاء: الفيلسوفان برتراند راسل، وألبرت شفايتزر، والكُتّاب جورج برنارد شو، وتوماس مان، وإتش. جي. ويلز، والمهاتما غاندي، إضافة إلى إسهام شرفي من سيجموند فرويد، وجميعها توضِّح الفروق الدقيقة بين مواقفهم، ومواقف أينشتاين، وتعرض بعض التعقيدات الناجمة عن عالَم سريع التغيّر. وقد اتّفق هؤلاء ـ بشكل ما، أو بآخر ـ على هدف واحد؛ وهو حكومة عالمية تحدّ من قوّة الدولة القومية، وتوقف الحرب. أما التفاصيل، مثل دور الدولة، فكانت مثار جدل.

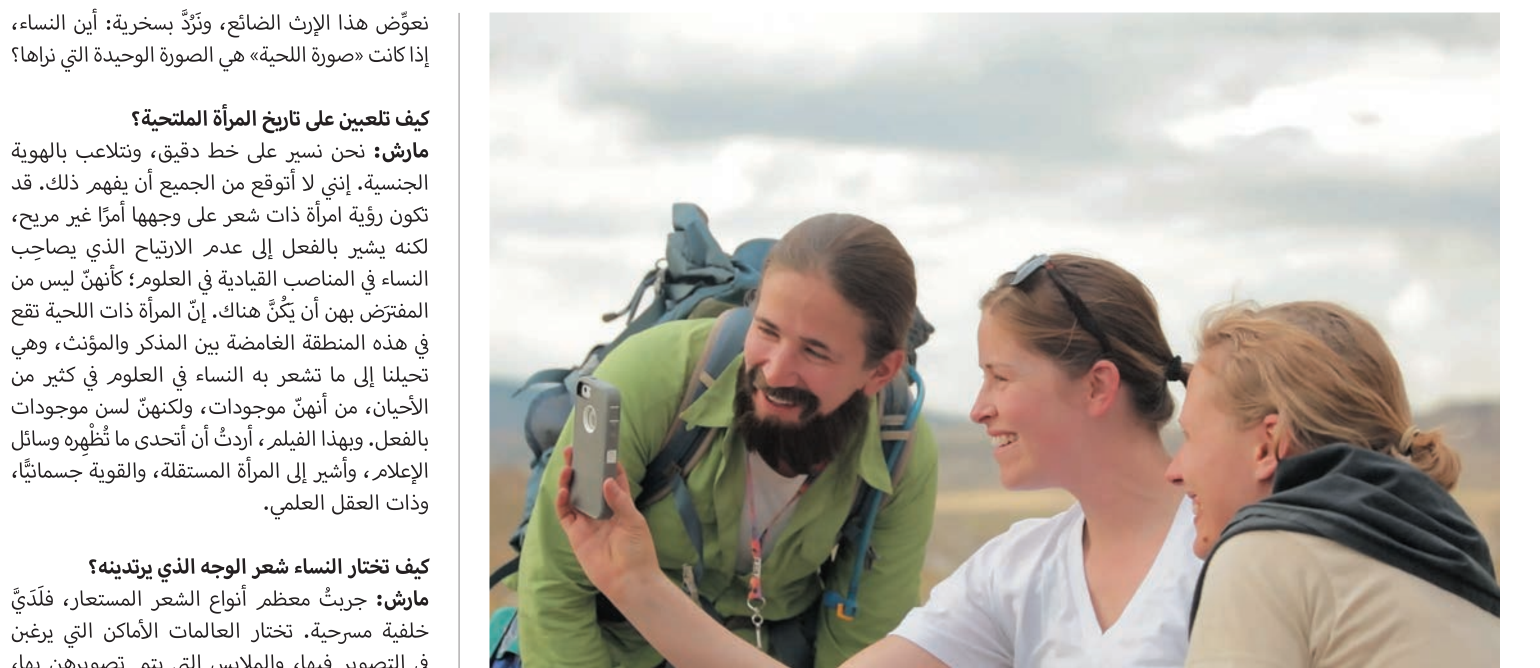
شَكَّل قلم كروكات البارع ومقاربته الثاقبة صورة جذّابة وموحية لأينشتاين "غير العالِم". فقد وظَّف مادة غزيرة في قصّة مقنعة. ومع ذلك، فلعلّ كروكات قد بالَغ في سعيه إلى إبراز "الخصال الفكرية والعاطفية" لأينشتاين، وهو في الأصل يزعم أنّ أينشتاين يفحص أيّ فكرة علمية من جميع الزوايا، لكنّه "قليلًا - إنْ لم يكن نادرًا - ما راجَع مبادئه السياسية"، لأنّها كانت بديهية بالنسبة له.

يداخلني الشك في أن يكون الأمر بذاك الوضوح؛ فكروكات نفسه يتحدث عن العديد من الحوادث، التي غَيَّر فيها أينشتاين مواقفه السياسية تغييرًا جذريًّا. يرى كروكات أنّ التحوّلات كانت تكتيكية، لكنّها ربما تكون قد تطلّبت تفكيرًا عميقًا ومراجعات. كانت قرارات أينشتان متسلسلة بصورة منطقية، ولم يكن ذلك العالِم التجريبي متحجر القلب الذي حاول كروكات توصيف شخصيته. وتُعَدّ حُجّة أينشتاين في رفضه ميكانيكا الكمّ ـ من منطلق أنّ الإله "لا يلعب النرد" ـ متعلّقة بالحدس، أكثر من كونها مبدأ علميًّا راسخًا.

ورغم ذلك، فإنّ كتاب «أينشتاين وسياسات القرن العشرين» يحقق ما وعد به كروكات، وهو تقديمه صورة لعالَم أينشتاين وعقله، منقولة بريشة متبصّرة، تبرِز قضايا سياسية وفلسفية معقّدة، بما يكفي لجَعْلها تعيش لتشهد العديد من التأويلات الأخرى. ■

نانسي ثورندايك جرينسبان كاتبة تعيش في واشنطن العاصمة. أحدث كتبها هو «نهاية العالم اليقيني: حياة ماكس بورن وعلمه» *The End of the Certain World*: *The Life and Science of Max Born*.
البريد الإلكتروني: nancy@nancygreenspan.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


إلين كورانو (يسار)، وليكسي جاميسون مارش (المنتصف)، بصحبة المصورة الفوتوغرافية كيلسي فانسي، في إحدى جلسات التصوير.

DRAPER WHITE/THE BEARDED LADY PROJECT

س و ج ليكسي جاميسون مارش، وإلين كورانو

وجهًا لوجه

خارج القاعة التي تحتوي على الملصقات والمعارض، في اجتماع الجمعية الجيولوجية الأمريكية في سبتمبر الماضي في دنفر بكولورادو، كانت هناك مفاجأة. تمثلت المفاجأة في معرض متنقل للتصوير الفوتوغرافي، يعرِض صورًا كبيرة الحجم بالأبيض والأسود لنساء ذوات لحى. وبِهَدَف تحدِّي التصورات التقليدية حول مَن يصلح للعِلْم، ومَن لا يصلح، قام مشروع «السيدة ذات اللحية» (www.thebeardedladyproject.com) بتصوير أكثر من 75 عالمة من عالمات الأرض، وسيُصْدِر فيلمًا وثائقيًّا عنهن في أوائل عام 2017. نتحدث مع صانعة الأفلام، والعقل المدبر للمشروع، ليكسي جاميسون مارش، ومع عالمة الحفريات إلين كورانو من جامعة ويومينج في لارامي، وهما صاحبتا فكرة المشروع، حول «المرأة غير المرئية»، والمجتمعات الشمولية، وصيحة الشوارب.

ما الذي حَفَّزَكُما لهذا المشروع؟

مارش: أنا وإلين صديقتان منذ حوالي 8 سنوات. التقينا في مدينة أكسفورد الجامعية الصغيرة في أوهايو، حيث أخبرتني بأنها عالمة حفريات. كنتُ متحمسة للغاية، فلم يسبق لي أنْ التقيت بعالمة حفريات في حياتي. كنا نتناول العشاء ذات يوم، فقالت إلين: "أعرف كيف تنظرين إليَّ، لكنني لا أنظر إلى نفسي بالطريقة نفسها بالضرورة، فكوني أنثى، أجدني إمّا في حالة من عدم الارتياح، بسبب العيون المسلطة عليّ لحل مشكلات التنوع، أو بسبب التجاهل والتحدُّث من وراء ظهري، وأنه لا يعبأ بي أحد. هناك أيام أتمنى لو استطعت فيها أن أدخل إلى المكان بِلِحْيَة على وجهي، وأن أقوم بعملي فحسب".

كورانو: لم أستغرق وقتًا طويلًا للتفكير في الأمر. ولطالما فكرتُ في أنني لو كنتُ رجلًا؛ لكانت حياتي المهنية أسهل، ولَأَوْلَاني الناس اهتمامًا. إننا نرى ذلك الاحتفاء بالرجل الملتحِي، أو المشتعِل رأسه شيبًا، الذي يخرج إلى العمل الميداني، ويواجه المخاطر، ويُظْهِر شدة وقوة، ذلك الذي يمسك بمعول كبير، ويزيح الصخور العملاقة، بينما لا أستطيع أنا القيام بذلك. نحن لا نظهر في الأفلام الوثائقية، ولا نظهر في «ناشيونال جيوجرافيك».

مارش: في تلك الليلة، بعثتُ بريدًا إلكترونيًّا لإلين في الساعة الثانية صباحًا، وسألتُها: ماذا لو ارتديتِ لِحْيَة بالفعل؟ ماذا لو صنعنا لكِ فيلمًا، وأتينا بمصور فوتوغرافي؟ نستطيع عندها أن نومئ للتاريخ بالموافقة على أنه ليس هناك نساء رائدات في علم الحفريات مذكورات في المراجع الكلاسيكية. يمكننا أن نعوِّض هذا الإرث الضائع، ونَرُدَّ بسخرية: أين النساء، إذا كانت «صورة اللحية» هي الصورة الوحيدة التي نراها؟

NATURE.COM وللمزيد حول العلوم في الثقافة، انظر: go.nature.com/booksandarts

كيف تلعبين على تاريخ المرأة الملتحية؟

مارش: نحن نسير على خط دقيق، ونتلاعب بالهوية الجنسية. إنني لا أتوقع من الجميع أن يفهم ذلك. قد تكون رؤية امرأة ذات شعر على وجهها أمرًا غير مريح، لكنه يشير بالفعل إلى عدم الارتياح الذي يصاحِب النساء في المناصب القيادية في العلوم؛ كأنهنّ ليس من المفترَض بهن أن يَكُنَّ هناك. إنّ المرأة ذات اللحية تقع في هذه المنطقة الغامضة بين المذكر والمؤنث، وهي تحيلنا إلى ما تشعر به النساء في العلوم في كثير من الأحيان، من أنهنّ موجودات، ولكنهنّ لسن موجودات بالفعل. وبهذا الفيلم، أردتُ أن أتحدى ما تُظْهِره وسائل الإعلام، وأشير إلى المرأة المستقلة، والقوية جسمانيًّا، وذات العقل العلمي.

كيف تختار النساء شعر الوجه الذي يرتدينه؟

مارش: جربتُ معظم أنواع الشعر المستعار، فلَدَيَّ خلفية مسرحية. تختار العالمات الأماكن التي يرغبن في التصوير فيها، والملابس التي يتم تصويرهن بها، والأدوات التي يُرِدْنها في الصورة. الشيء الوحيد الذي نغيِّره هو اللحية. لا نُلبسهن ملابس الرجال، بل يَكُنَّ تمامًا كما هن، ويفعلن ما يفعلن، لكنْ إذا كان وجود اللحية يغيِّر كل شيء، وإذا لم يستطع عقلك تمييز الشخص الذي تراه، فعندها يكون هدفنا قد تَحَقَّق. قالت كارول هيكمان ـ من جامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ إنها ترغب في المشاركة، ولكنها ستُحْضِر "شاربها" الخاص. في سبعينات القرن الماضي، كانت هيكمان تعمل في مناطق أسترالية نائية، ولكَوْنها امرأة شابة تعمل وحدها، فكثيرًا ما كان الرجال يتعرَّضون لها؛ مما دفعها إلى إحضار شارب، ولَصْقه على وجهها؛ لتتمكن من إنجاز عملها. مِن هنا أتت خصوصية شاربها.

كيف ـ في رأيك ـ تبدين في الصورة؟

كورانو: أعتقدُ أنّ والديّ قالاها بالطريقة الأفضل، بأنني أبدو كالأشخاص المطلوبين للعدالة. أبدو متعَبة ومستنزَفة.. أبدو كما لو كنتُ في الميدان لفترة طويلة، حتى اتَّسَخْتُ. وقد كنت في الميدان بالفعل. أستطيع أن أستغنَى عن اللحية، لكنني أعتقد أنني أجعل الشاربَ يبدو رائعًا.

ما الاستفادة التي تأملان أن يجنيها الناس من هذا المشروع؟

كورانو: الاندماج المجتمعي، والترابط بين العلماء، ونشر الوعي بأنه بإمكانك الظهور بأيّ مظهر تريده، والقيام بدراسات علمية جيدة في الوقت نفسه، دون أن يُصْدِر الناسُ في حقك الأحكام. يُعَدّ هذا المشروع بمثابة خطوة نحو تحقيق ذلك.

مارش: أتمنى أن يسهم في رفع الوعي، حتى وإنْ لم يحدث ذلك في اللحظة التي تمر فيها صُوَرنا أمام الناظرين. نريد أن نقوم بشيء يستطيع الناس أن يأخذوا وقتهم الكافي للتفكير فيه؛ ليتوصلوا بأنفسهم إلى إدراك أن هناك شيئًا خاطئًا. يستطيع الناس أن يُخْضِعوا أفكارهم السابقة للمساءلة. ■

أجرت هذه المقابلة: ألكسندرا ويتز

تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والتوضيح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



وقع وحيد القرن «أوبيتش» في الأسر في عام 1849؛ وأرسل إلى حديقة حيوان لندن، حيث أثار ضجة؛ وأصبح محط أنظار الجماهير.

SSPL/GETTY

علم الحيوان

المهووسـون بالحيـوانات

يصحبنا **هنري نيكولز** في جولة عبر التاريخ؛ لنتعرف على كيفية نشأة حدائق الحيوانات على جانبي المحيط الأطلنطي.

لم يُهْدِر ستامفورد رافلز الكثير من وقته؛ ففي عام 1825، وبعد مرور ستة أشهر تقريبًا على عودته إلى لندن من جُزُر الهند الشرقية، كان قد وضع البيان التمهيدي الذي أدَّى إلى إنشاء «جمعية علوم الحيوان» في لندن. وكان رافلز ـ بمساره المهني الطويل كرجل أعمال ورجل دولة في بينانج، وجاوة، وسومطرة، وسنغافورة ـ مستعدًا لأنْ يُطْلِق العنان لشغفه بالتاريخ الطبيعي.

لطالما شهدت العلاقة بين البشر وباقي كائنات المملكة الحيوانية تغيُّرات ملحوظة، ولن تنفك عن التغير دائمًا، بيد أن عددًا قليلًا فقط من التحولات يمكن أن يكون سريعًا وجذريًّا، كتلك التي شهدها القرن التاسع عشر. ففي ذلك القرن، الذي شهد ازدهار السفر بحرًا، وكانت السفن الأوروبية فيه تشق عباب بحار الأرض؛ وتعود محملة بصناديق من العيِّنات المختلفة، ظهرت فئة جديدة من علماء الحيوان المتخصصين. وبدأ علماء ـ من أمثال ألكسندر فون هومبولت، وتشارلز داروين، وألفريد راسل والاس ـ في فَهْم التنوع المذهل لحياة الحيوانات. وشهدت الفترة التي يغطيها كتاب إيسوبل تشارمان «حديقة الحيوان» *The Zoo*,1824-1851 الكثير من العمل الذي أَحْدَثَ طفرة في هذا السياق. وفي غضون ذلك، سَجَّل كتاب «لعبة الحيوان» *The animal Game* للمؤرخ دانيال بندر تطوُّر حديقة الحيوان الأمريكية من سبعينات القرن التاسع عشر إلى سبعينات القرن العشرين.

وجدت تشارمان بِنْيَة مبهجة لـ"قصتها الجامحة الرائعة"، حيث يمثل كل فصل من فصول الكتاب جولة كاملة. فقد أسلم رافلز الراية إلى دسيموس برتون، المهندس المعماري الطموح، الذي كان آنذاك في العشرينات من عمره، والذي بدأ في تشكيل حدائق الحيوان في ريجنت بارك في عام 1827. وبعد ذلك أتى دور الجَرّاح البيطري تشارلز سبونر، الذي

«حديقة الحيوان: القصة الجامحة والرائعة لنشأة حديقة حيوان لندن»
إيسوبل تشارمان
فايكنج: 2016

"لعبة الحيوان: البحث عن البرية في حديقة الحيوان الأمريكية"
دانيال بِنْدر
مطبعة جامعة هارفارد: 2016

كان كفاحه للحفاظ على حياة الحيوانات في ثلاثينات القرن التاسع عشر مؤشِّرًا مبكرًا على الاهتمام برعاية الحيوانات. وفي الجانب المشرق، كانت الحيوانات النافقة تمثل هدية لجون جولد، المسؤول الرئيس عن حفظ الحيوانات، وإضافة إلى متحف جمعية علوم الحيوان في مايفير، الذي أُضيفت مقتنياته إلى المتحف البريطاني في عام 1855. وما لبث جولد أن ظهر مرةً أخرى في وقت لاحق بمجموعة مختارة من عصافير جالاباجوس، التي ساعدت داروين على استكمال أركان قضية التطور بالانتخاب الطبيعي. وهكذا، أخرجت تشارمان القصة من الأقفاص التي كانت تسجنها، وأطلقتها حرة في شوارع لندن في العصر الفيكتوري، حيث كان يكسوها الدخان والضباب، والصخب في بعض الأحيان، وفي طول البلاد وعرضها، بل وإلى خارج حدودها.

وبِفَضْل وجود شبكة هائلة من المسافرين والتجار، وموظفي ومحصلي الجمارك، والوسطاء والدبلوماسيين، الذين كانوا جميعًا يرسلون عيِّنات السلالات الحيوانية التي يعثرون عليها إلى لندن، حظيت حديقة الحيوانات الوليدة بتنوع مذهل للحيوانات منذ نشأتها. وفي غضون العقود الأولى لها، ظلت حدائق الحيوان مقصورة نسبيًّا على فئات بعينها، حيث كان مرتادوها من المتأملين في الفسيولوجيا، والبِنْيَة، والسلوكيات الفريدة للحيوانات المودعة فيها، مثل شمبانزي أطلقوا عليه اسم «تومي». وفي الوقت نفسه، أشبع عموم الناس فضولهم بحدائق حيوانات أخرى ذات قيمة كبيرة، ولكن لا تحيط بها الهالة العلمية، مثل «إكسيتر إكستشانج» في شارع ستراند بلندن. وسرعان ما بات من الصعب الإبقاء على رؤية رافلز الأصلية، التي تنصَبّ على الحيوانات كموضوع للبحث العلمي، وتَخَلَّت «جمعية علوم الحيوان» في لندن عن مزرعتها خارج موقع كينجستون أبون تايمز، الذي كان موقعًا لتربية الحيوانات وإجراء التجارب، وفتحت أبواب حدائق الحيوان للعامة في أربعينات القرن التاسع عشر. كما بدأت أيضًا في إحضار الحيوانات المحبَّبة إلى الجمهور، مثل الزراف، ووحيد القرن.

ربما يكون أكثر ما يثير الدهشة في كتاب «حديقة الحيوان» هو أسلوبه. فقد كتبت تشارمان في الوقت الذي كانت فيه خطط رافلز تتحول إلى واقع ملموس، تقول: "أصبح بوسعه الآن أن يرى الأمر بعينَي عقله. ها هي كل هذه الحيوانات، القادمة من كافة أرجاء الأرض، من أرجاء المملكة مترامية الأطراف، تجتمع هنا! إنه يسمع زئيرها يتردد في أذنيه". ويبدو أن قَدْرًا ضخمًا من البحث قد أُجري من أجل هذا العمل، بيد أن جزءًا كبيرًا منه قد فُقد وسط هذا القدر من المشاعر والأفكار المتخيَّلة. فعند كتابة الأدب غير القصصي بأسلوب قصصي، لا تتمكن تشارمان من الاستفادة بشكل كامل من مواطن القوة الكامنة في أيٍّ من النوعين الأدبيين.

أمّا بِنْدر، فقد اتبع منهجًا أكثر تحفظًا في كتابه «لعبة الحيوانات». ونظرًا إلى الأساس الإمبريالي الذي يحتاج إليه اقتناء مجموعة هائلة من الحيوانات، فمن المنطقي تمامًا أن يرتبط ظهور حدائق الحيوان الأمريكية بسطوع نجم الولايات المتحدة كقوة عالمية بقرب نهاية القرن التاسع عشر. وقد تأسست جمعية علوم الحيوان في فيلادلفيا - أقدم جمعية علوم حيوان في أمريكا – في عام 1859، غير أنها حازت أول مجموعة دائمة من الحيوانات (ومن بينها الفيل الآسيوي جيني) بعد ذلك بحوالي 15 عامًا. ومن بين حدائق الحيوانات الأخرى: حديقة حيوان متنزه لينكولن (شيكاغو، إلينوي، 1868)، وحديقة الحيوان الوطنية (واشنطن العاصمة، 1889)، وحديقة حيوانات برونكس في مدينة نيويورك (1899). إنّ قصص تلك المؤسسات تشبه ـ إلى حدّ كبير ـ قصة جمعية علوم الحيوان في لندن. وكما كان الحال مع رافلز، كَتَبَ برندر يقول: "تَوَهَّمَت تلك النخب الحضرية ـ التي كانت تحلم بمتنزهات ذات علاقة بعِلْم الحيوان ـ أن عرض النظام البيولوجي سيتمخض عن خَلْق نظام اجتماعي"؛ حيث يقدِّم التسلسل الهرمي للطبيعة نموذجًا لعامة الشعب. وعلى غرار جمعية علوم الحيوان في لندن أيضًا، ناضلت جمعيات علوم الحيوان الأمريكية؛ لتميِّز نفسها عن أماكن التسلية العامة محدودة الثقافة، مثل معارض الحيوانات، والسيرك، والمعارض العالمية.

وفي حين يتعرَّض كتاب «حديقة الحيوان» بشكل ضمني لقضية تجارة الحيوانات بوضوح، فإن كتاب بِنْدر يناقشها بشكل جَلِيّ، من خلال شخصيات محددة، مثل فرانك بوك - تاجر الحيوانات، والممثل الاستعراضي، والنجم السينمائي - ووليام مان ذي القبعة، مدير حديقة الحيوان الوطنية من عام 1925 إلى 1956. وفي عام 1937، سافر مان إلى الشرق الأقصى؛ لشراء نمور (بسعر 100 دولار أمريكي للزوج)، وقرد الجيبون السومطري، وطيور الشبنم، وإنسان الغاب، وغير ذلك. وفي أفريقيا، كان عليه أن يدير عملية جمع الحيوانات بنفسه، واضطر في إحدى المرات إلى توظيف 500 من سكان المنطقة المحليين، في محاولة فاشلة لاصطياد زرافة. وحين أبحر إلى الولايات المتحدة الأمريكية، كانت معه شحنة بها



كان «ويليام مان» ـ المدير الخامس لحديقة الحيوان الوطنية في واشنطن العاصمة ـ كثير الأسفار؛ لجَمْع الحيوانات.

TONY LINCK/THE LIFE PICTURE COLLECTION/GETTY

1500 حيوان، ولكن كان العديد منها يحتضر؛ فقد أُلقي صندوق به 14 من أفاعي البايثون من على متن السفينة.

وأثناء الكساد العظيم، الذي أسهم في حله بعض الصناديق الفيدرالية، بدأت حدائق حيوان عديدة في إدخال بعض التعديلات، من خلال تقديم بعض العروض الجديدة، مثل «جُزُر القرود» المحاطة بالخنادق. وفي نهاية المطاف، ظهرت تربية واستيلاد الحيوانات في الأَسْر، وهو أمر فرضته الضرورة، وليس ما كان مخططًا له؛ حيث إنه بحلول ستينات القرن العشرين تمخضت قرون من الاستغلال عن تقويض أعداد الحيوانات البرية. وكانت الطريقة الوحيدة التي يمكن لحدائق الحيوان أن تظل موجودة بها هي بَذْل المزيد من الجهد في الاستيلاد من الحيوانات التي تمتلكها بالفعل.

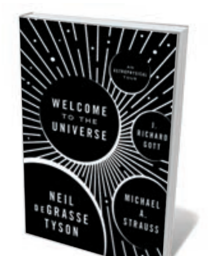
ويجوب بِنْدر سريعًا في كتابه بين المؤسسات، فينتقل من مؤسسة إلى أخرى، ويصحب القراء في رحلات اصطياد الحيوانات مع التجار، ومع الزوار الذي يطعِمون الحيوانات الوجبات الخفيفة (وفي بعض الأحيان الزجاجات المكسورة، والمسامير)، ويبني على المادة الأرشيفية الثرية، بما فيها من أفكار الشخصيات الرئيسة، مثل عالِم الحيوان ويليام تيمبل هورناداي، ومذكرات الإدارة، ومجموعة هائلة من القصاصات من الصحافة الجماهيرية. وفي القرن الذي يغطيه كتابه، واجهت حدائق الحيوان الأمريكية تحديات معينة، تنوعت ما بين الاضطرابات الاقتصادية، والحيوانات المارقة، وحالات السخط والغضب بين العاملين، والجمهور المتطلِّب.

> «تَوَهَّمَت تلك النُّخَب الحضرية – التي كانت تحلم بمتنزهات تتعلق بعِلْم الحيوان – أن عرض النظام البيولوجي سيتمخَّض عن خَلْق نظام اجتماعي».

وما يتجلَّى واضحًا للعيان هو قصة تكيُّف ونجاح من أجل البقاء على قيد الحياة، حيث تُظهِر هذه القصة حدائق الحيوانات الحديثة في صورة "طبيعة ثالثة"، و"كيف بَنَى الإنسان الإمبراطوريات وعاش فيها، وكيف تنافست تلك الامبراطوريات. لقد توقفت برية وتوحُّش تلك الحيوانات في لحظة وقوعها في الأسر، حيث كان هناك الكثير من الحيوانات التي يمكن أَسْرها". وسَيَجِد مَن يعارضون حدائق الحيوانات من منظور أخلاقي الكثيرَ من الحجج التي تدعم قضيَّتهم. ونظرًا إلى قدرة حدائق الحيوانات على التجديد والإحياء، يبدو أن هذه "الطبيعة الثالثة" ستكون لصالحنا لبعض الوقت. ■

هنري نيكولز صحفي مقيم في لندن، وأحدث مؤلفاته كتاب بعنوان *The Galapagos*.
البريد الإلكتروني: henry@henrynicholls.com

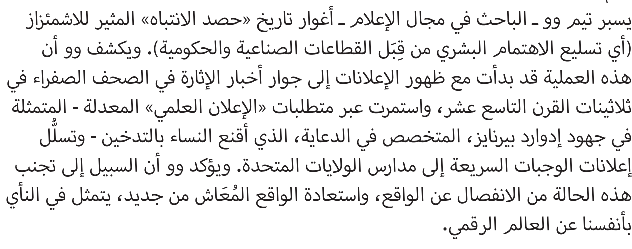
ملخصات كتب



مرحبا بكم في الكون: جولة فيزيائية فلكية

نيل ديجراس تايسون، ومايكل إيه. ستراوس، وجيه. ريتشارد جوت، مطبعة جامعة برنستون (2016)

بصفتنا مواطنين في هذا الكون، فإننا مطالَبون باستكشافه؛ هكذا يرى علماء الفيزياء الفلكية، نيل ديجراس تايسون، ومايكل ستراوس، وريتشارد جوت، الذين يقومون بدور المرشد في هذه الرحلة المثيرة عبر المناطق النائية المغبرة من المجرّة، والآفاق النظرية الرحبة التي تحفل بها كتابات ألبرت أينشتاين. يجيد كل عالِم من هؤلاء تفسير الغوامض، من خلال الاستعارات، والصور المجازية؛ حيث يقرِّب تايسون كثافة النجم النيوتروني إلى الأذهان من خلال صورة 100 مليون فيل في كشتبان، ويستعرض جوت قصة إثبات جون أرشيبالد ويلر للقصور الحراري (الأنتروبيا) بمزج الشاي بالماء، وإلقاء هذا المزيج في «ثقب أسود».



تجار الانتباه: الصراع الملحمي للتسلل إلى رؤوسنا

تيم وو نوف (2016)

يسبر تيم وو ـ الباحث في مجال الإعلام ـ أغوار تاريخ «حصد الانتباه» المثير للاشمئزاز (أي تسليع الاهتمام البشري من قِبَل القطاعات الصناعية والحكومية). ويكشف وو أن هذه العملية قد بدأت مع ظهور الإعلانات إلى جوار أخبار الإثارة في الصحف الصفراء في ثلاثينات القرن التاسع عشر، واستمرت عبر متطلبات «الإعلان العلمي» المعدلة - المتمثلة في جهود إدوارد بيرنايز، المتخصص في الدعاية، الذي أقنع النساء بالتدخين - وتسلُّل إعلانات الوجبات السريعة إلى مدارس الولايات المتحدة. ويؤكد وو أن السبيل إلى تجنب هذه الحالة من الانفصال عن الواقع، واستعادة الواقع المُعَاش من جديد، يتمثل في النأي بأنفسنا عن العالم الرقمي.

الخلل العظيم: التغير المناخي، وما لا يمكن تَصَوُّره

أميتاف جوش، مطبعة جامعة شيكاجو (2016)

يرصد الكاتب أميتاف جوش تفشي أزمة إنكار حقائق التغير المناخي المروعة، حتى صارت هذه الأزمة مادة خصبة للأعمال الأدبية. ويصف جوش حقبة الإنكار والجمود بالخلل العظيم، ويطالع – بدوره - الأعمال الأدبية، والتاريخ، والعلوم السياسية؛ لبحث أسباب هذا الفشل، مشيرًا إلى أن الظواهر المناخية المتطرفة ـ مثل إعصار «ساندي» في عام 2012 ـ تتسم عادة بالتقلب إلى درجة يتعذر معها تحليلها. ويؤكد جوش أن الحل يكمن في العمل الجماعي، ومشاركة الهيئات العلمية والحكومية، إضافة إلى تطوير قدرتنا على التخيل؛ من أجل إعادة صياغة تَصَوُّرنا عن الوجود الإنساني.



حروب القطط: الآثار المدمِّرة للقاتل المحبوب

بيتر بي. مارا، وكريس سانتيلا، مطبعة جامعة برنستون (2016)

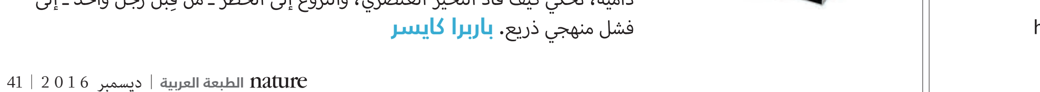
من بين مئات الملايين من القطط المنزلية، تتجول أعداد كبيرة بحرية تامة، وتشكِّل فِرَق إعدام، تحصد أرواح الطيور المغردة بلا هوادة؛ حيث تقتل هذه الفرق ما يقدر بنحو 4 مليارات من الطيور المحلية والموسمية في الولايات المتحدة كل عام. أمّا على المستوى العالمي، فتُعَدّ قطط الجزر مسؤولة عن 14% من انقراض الفقاريات. وتمزج هذه الرؤية البحثية المتعمقة، التي يطرحها كلٌّ من بيتر مارا ـ وهو عالِم في مجال الحفاظ البيئي ـ والكاتب كريس سانتيلا، بين الجدل المتعلق بتدجين القطط، والمحافظة على الطيور من جانب، وبين علم التآكل، والأمراض التي تسبِّبها القطط من جانب آخر. ويخلص الكتاب إلى ضرورة الاختيار المرير بين التحكم في القطط المتجولة، وبين استمرار تآكل النظم البيئية المتضررة.



قاتل الشباب: التاريخ المُشَكِّل لحرب هاري أنسلينجر على المخدرات

ألكساندرا تشاسين، مطبعة جامعة شيكاجو (2016)

تَوَلَّى هاري أنسلينجر إدارة شعبة مكافحة المخدرات في مكتب التحقيقات الفيدرالية بالولايات المتحدة في الفترة من 1930 إلى 1962، ورسم السياسة الأمريكية للحرب على المخدرات، من خلال ما تسميه ألكساندرا تشاسين "حزمة كارثية من القوانين والسياسات". في هذا التأريخ شديد الخصوصية، تُتَابِع تشاسين الصعود السريع لمنحنى جرائم المخدرات، بدءًا من فترة الاعتدال، حتى وقتنا الراهن، حيث يقضي حوالي نصف نزلاء السجون الأمريكية فترة العقوبة على جرائم تتعلق بالمخدرات؛ لتسرد بذلك فصول قصة دامية، تحكي كيف قاد التحيز العنصري، والنزوع إلى الحظر ـ من قِبَل رجل واحد ـ إلى فشل منهجي ذريع. **باربرا كايسر**



ALESSANDRO GRASSANI/THE NEW YORK TIMES/EYEVINE

الشكل 1 | حدّ لمدى العمر؟ ببلوغها 116 عامًا، تُعتبر إيما مورانو أكبر إنسان على قيد الحياة في يومنا هذا. ويقدِّم دونج وزملاؤه[2] دليلًا على أننا نقترب من الحدّ الطبيعي للمدى العمري البشري.

الشيخوخة

قياس مساحتنا الضيقة في الحياة

أيّد تحليلٌ إحصائي للسكان ـ بالتوافق مع بحث سابق ـ وجود حدّ لمدى عمر الإنسان، مشيرًا إلى أن الزيادة في العمر المتوقع من المرجّح أن تتباطأ، أو تتوقف على مدى السنوات القادمة.

إس. جاي أولشانسكي

كتبت المؤلفة البريطانية آني بيسانت ذات مرّة[1] قائلة: "مِن ظلمة الرحم إلى ظلمات القبر، يعبر الإنسان ممرّ الحياة الضيق". إنّ الوقت المخصص للبشر في الحياة يكتسب أهمية شخصية وعلمية كبيرة.. ففي بحث نُشر مؤخرًا بدورية *Nature*، اتجه دونج وزملاؤه[2] نحو المنشورات الإحصائية السكانية؛ لتحليل ما إذا كان هناك حدّ لمدى عمر الإنسان، أم لا، وقد عثروا على أدلة تشير إلى ذلك.

وقبل مناقشة الدراسة الحاليّة، يتعين علينا تحديد بعض المصطلحات ذات الصلة. يصف تعبير "مدى العمر" طول عمر الفرد. و"متوسط العمر المتوقّع" هو تقدير لمدة الحياة المتوقعة لمجموعة من الأفراد في أي عمر كان، استنادًا إلى "جدول الحياة" الإحصائي. والحدّ الأقصى لمدى العمر هو السنّ الذي يصل إليه أطول أفراد أحد الأنواع عمرًا.

ارتفع متوسط عمر الإنسان المتوقع بسرعة وثبات إلى حدّ ما على مدى الـ150 سنة الماضية[3] في معظم البلدان. وفي عام 1990، توقّعت أنا وزملائي أن تتباطأ هذه الزيادة مع مرور الوقت[4]، وقد ثبت ذلك[5]، إذ يبدو أن المدى العمري الأقصى قد ارتفع بثبات هو الآخر[6]، إلا أنه ربما يكون قد وصل أيضًا إلى الحدّ المقارِب الأعلى، فلم يُعرف أن أحدًا عاش أكثر من جين كالمنت، التي توفيت عام 1997 عن عمر يناهز الـ122 عامًا. وهكذا، فإن الجدل حول حدود العمر لا يزال مستمرًا.

يَعتقد بعض العلماء أنه من غير المرجّح أن تكون هناك حدود ثابتة للحياة، إذ لا يمكن مراقبتها باستخدام الأدوات الرياضية الخاصة بإحصاءات السكان[7]، بينما يشير آخرون إلى أن التقدم التكنولوجي المستقبلي الذي لا يزال مجهولًا سيستمر في خفض معدلات الوفيات[8]، مؤديًا إلى مكاسب متسارعة، كتحسين متوسط العمر المتوقَّع، والمدى العمري الأقصى. ومع ذلك لا يزال البعض الآخر يرى أن هناك حدًّا لمدى العمر[9].

استخدم دونج وزملاؤه البيانات الإحصائية السكانية؛ للتحقق من وجود هذا الحدّ في الإنسان، وبالتبعية حد متوسط العمر المتوقَّع أيضًا، فافترضوا أولًا أنه في حال عدم وجود حدّ بيولوجي (أو إذا كان غير قابل للرصد في الوقت الحالي)، فإن الفئة العمريّة التي تشهد الزيادة الأكبر في معدل البقاء على قيد الحياة يجب أن تنتقل إلى المجموعات الأكبر سنًّا مع الوقت. وتبدو هذه الفرضية منطقية تمامًا، كما اكتشف الباحثون أنه في معظم البلدان التي تمتلك بيانات موثوقة، بلغ التحسُّن الأكبر في معدل بقاء المجموعات الأكبر سنًّا ذروته في عام 1980، ولم يتغير منذ ذلك الحين.

وكخطوة تالية، قام الباحثون بالتحقيق فيما إذا كانت الزيادة في المدى العمري الأقصى قد لُوحظت في العقود الأخيرة، أم لا. واكتشفوا أن الحدّ الأقصى للمدى العمري في البشر قد تراجع منذ وفاة كالمنت؛ رغم زيادة حجم فئة المسنين حول العالم، وكان يجب أن يؤدي ذلك ـ في حد ذاته ـ إلى زيادة في الحد الأقصى للمدى العمري. ويستنتج دونج وزملاؤه أن هاتين الملاحظتين تمثلان أدلة دامغة على أن مدى عمر الإنسان له "حدّ طبيعي"، (الشكل 1).

يدرك العلماء الذين يدرسون الشيخوخة أن هناك تباينًا كبيرًا في مدى العمر عبر الأنواع المختلفة[10]، لكن ثمة ضمن النوع الواحد سمات ثابتة ترتبط بتاريخ الحياة. وتحديد طول العمر هو إحدى هذه السمات. وفي ظل ظروف معيشية محمية، ينتفي فيها الافتراس إلى حد كبير، من الممكن أن تعيش الفئران حوالي 1000 يوم[10]، والكلاب حوالي 5000 يوم[10]، والبشر حوالي 29,000 يوم[11]. لذا من الواضح أن هناك أسبابًا بيولوجية لمتوسط المدى العمري لكل نوع، فلماذا يمكن لأي شخص أن يعتقد أن بإمكان الناس العيش لفترة أطول بكثير مما نعيش الآن؟

تكمن الإجابة في السياق التاريخي الذي تَغَيَّر فيه طول عمر الإنسان. فازدياد متوسط العمر المتوقع عند الولادة بمقدار 30 عامًا، الذي شوهد خلال القرن الماضي، لا علاقة له بمعدل الشيخوخة الذي تم تعديله[12]. فهو يعكس ـ بدلًا من ذلك ـ أوجه التحسّن في الصحة العامة، التي خفّضت بشكل كبير معدّل الوفيات في سن مبكرة، مما أتاح لمعظم الناس في الدول المتقدمة بلوغ سن الشيخوخة للمرة الأولى في التاريخ. وتتجمع غالبية الوفيات الآن في الأعمار ما بين 65، و95 عامًا (المرجع

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

11). ومِن دون مزيد من الاختراقات الطبية الحيوية، لا يمكن لمتوسط العمر المتوقع أن يستمر في الارتفاع كثيرًا، وهكذا فإن الزيادة في طول العمر ستتضاءل مستقبلًا. أما السؤال المهمّ الآن، فهو: ما هي مدة البقاء الإضافية التي يمكن اكتسابها عن طريق التكنولوجيا الطبية؟ بوجود سمات ثابتة لتاريخ الحياة، سيبدو الأمر وكأننا نحاول اجتياز حاجز هائل.

وكما يشير الباحثون، ففكرة "الحدّ الطبيعي" للحياة لا تعني أن حدًّا كهذا هو نتيجة ثانوية مباشرة لبرنامج تقوده عوامل وراثية، ويؤدي إلى الشيخوخة والموت. إنّ البرامج الوراثية الثابتة، التي تؤدي بشكل مباشر إلى الشيخوخة والموت، لا يمكن أن توجد كمنتَج مباشر للتطور، لأنّ النتيجة النهائية ستكون الموت في سن يفوق ما سيعيشه في الأحوال العادية كل عضو تقريبًا من نوع محدد. إن تصميم قنبلة وراثية موقوتة؛ لتقضي علينا في أعمار متقدمة، يماثل ما يمكن أن يفعله صانعو السيارات، إذا وضعوا في السيارات جهازًا متفجرًا ينطلق فقط عندما تقطع السيارة مسافة مليون ميل، لأنه نظرًا إلى أن غالبية السيارات لا تتم قيادتها لهذه المسافة أبدًا؛ فإنّ جهازًا كهذا سيكون عديم الفائدة.

إذَن، كيف يمكن أن يوجد حدّ بيولوجي للحياة، دون وجود برنامج وراثي يفعّله؟ تقوم ساعات بيولوجية بقياس الوقت ما بين بدء الحمل، والولادة، إلا أن تلك "البندولات" توجد في الأصل لتحويل بويضة ملقَّحة إلى إنسان بالغ قادر على التكاثر. إنّ هذه البرامج الوراثية الثابتة الخاصة بالنمو، والتطور، والنضج، والتكاثر (التي تُعرف مجتمعةً باسم "استراتيجية تاريخ الحياة") هي نتاج أكثر من 3.7 مليار سنة من التطور. فبندولات الإيقاع البيولوجية لا تقيس الوقت اللازم للشيخوخة، أو الموت؛ بل إن الشيخوخة هي ناتج ثانوي غير مقصود لهذه الساعات، المصمَّمة لتحافظ على استمرارية الحياة.

إنّ هذا التمييز مهم، وهو يعني أنه لا يوجد حدّ ثابت لا يمكن للبشر أن يعيشوا بعده؛ لكنْ على أي حال ثمة حدود لمدّة الحياة تفرضها سمات أخرى محددة وراثيًّا، خاصة بتاريخ الحياة. فلننظر ـ كمثال على القيود المفروضة ـ إلى سرعة الجري، إذ لا يوجد برنامج وراثي يحدِّد بشكل خاص السرعةَ التي يمكن للإنسان أن يجري بها، إلا أن القيود الميكانيكية الحيوية على سرعة الجري يفرضها تصميمُ الجسم الثابت الذي تَطَوَّر لأغراض أخرى، بل إنّ غياب برامج تتعلق بالشيخوخة والموت يفتح الباب أمام تداخلات غير وراثية تحسِّن الصحة، وتؤدي إلى طول العمر، مثلما تمكِّننا تمامًا أساليب التدريب الحديثة من الجري بسرعة متزايدة. وهذا هو بالضبط السبب في كون تعديل عوامل الخطر السلوكية ـ كالنظام الغذائي، وممارسة الرياضة ـ يؤدي بالفعل إلى إطالة العمر الذي يعيشه الإنسان بصحة جيدة، لكن مردوده ضئيل في إطالة متوسط العمر المتوقَّع.

يذكِّرنا دونج وزملاؤه بأن الإنسانية تقترب من حد طبيعي للحياة، ويتضح هذا الحد الآن في إحصاءات حيوية وطنية، حيث تعمل البشرية بجدّ؛ لإتاحة المزيد من الزمن؛ من أجل البقاء، وبقَدْر معين من النجاح؛ لكن علينا أن نعترف بأنّ استراتيجية ثابتة لتاريخ الحياة، محدَّدة وراثيًّا لجنسنا البشري، تقف في طريق إطالة الحياة بشكل جوهري. ■

إس. جاي أولشانسكي يعمل في كلية الصحة العامة UIC، جامعة إلينوي في شيكاغو، شيكاغو، إلينوي 60612، الولايات المتحدة الأمريكية، وفي شركة "لابيتوس سوليوشنز"، ولمنجتون، كارولينا الشمالية.
البريد الإلكتروني: sjayo@uic.edu

1. Besant, A. in *The Origins of Theosophy: Annie Besant — The Atheist Years* (Routledge Revivals, 2015).
2. Dong, X., Milholland, B. & Vijg, J. *Nature* **538,** 257–259 (2016).
3. Riley, J. C. *Rising Life Expectancy: A Global History* (Cambridge Univ. Press, 2001).
4. Olshansky, S. J., Carnes, B. A. & Cassel, C. *Science* **250,** 634–640 (1990).
5. Crimmins, E. *Gerontologist* **55,** 901–911 (2015).
6. Wilmoth, J. R., Deegan, L. J., Lundström, H. & Horiuchi, S. *Science* **289,** 2366–2368 (2000).
7. Vaupel, J. W. *Nature* **464,** 536–542 (2010).
8. Christensen, K., Doblhammer, G., Rau, R. & Vaupel, J. W. *Lancet* **374,** 1196–1208 (2009).
9. Carnes, B. A., Olshansky, S. J. & Hayflick, L. *J. Gerontol. A* **68,** 136–142 (2013).
10. Austad, S. N. *J. Comp. Pathol.* **142** (Suppl. 1), S10–S21 (2010).
11. Human Mortality Database. http://www.mortality.org/
12. Olshansky, S. J. in *Aging: The Longevity Dividend* (eds Olshansky, S. J., Martin, G. M. & Kirkland, J. L.) 221–237 (Cold Spring Harb. Lab. Press, 2016).

نظرة إلى الماضي

خمسون عامًا من التمثيل الضوئي رباعي الكربون

بعد مرور نصف قرن على اكتشاف مسار التمثيل الضوئي في النباتات، الذي عُرف باسم "رباعي الكربون"، يعمل الباحثون على هندسة هذا المسار الفعّال في المحاصيل الأساسية، مثل الأرز؛ للحفاظ على الأمن الغذائي.

جوليان إم. هيبرد، وروبرت تي. فوربانك

قبل خمسين عامًا، نشر هاتش وسلاك[1] تحليلًا للتمثيل الضوئي؛ أدَّى إلى ميلاد مجال علمي جديد. لم يسفر عملهما عن تنشيط البحث الكيميائي الحيوي المكثف لتحديد آليات مسار جديد للتمثيل الضوئي فحسب، وإنما أثرى العديد من المناهج البحثية الأخرى أيضًا؛ فوجد علماء البيئة أن هذا المسار يمكن أن يفسر توزيع الأنواع، كما اكتسب الجيولوجيون فهْمًا أعمق وأفكارًا ثاقبة حول تغيرات تركيب النظائر في الطبقات الرسوبية والحفريات. وبدأ علماء الأحياء التطورية في دراسة هذا المسار شديد التعقيد، الذي يوجد في كثير من السلالات النباتية، والذي يُعَدّ الآن واحدًا من أبرز الأمثلة على التطور المتقارب؛ وهي العملية التي تطورت فيها الخصائص نفسها بصورة مستقلة في أنواع مختلفة من الكائنات، لا تربط بينها أي روابط.

قبل عمل هاتش وسلاك بخمسة عشر عامًا، كان كالفن وزملاؤه قد حددوا المسار الأول للتمثيل الضوئي، الذي يتم عن طريقه إدماج (تثبيت) ثاني أكسيد الكربون الجوي غير العضوي في جزيئات عضوية تحتوي على الكربون[2]. تُنتِج الخطوة الأولى في ذلك المسار جزيئًا يحتوي على ثلاث ذرات كربون، وكان يُعتقد ـ على نطاق واسع ـ أن كل نباتات الأرض تستخدم هذا التمثيل الضوئي "ثلاثي الكربون"، غير أن هذا الافتراض دَحَضَتْه تجارب هاتش وسلاك، التي أجريت بعناية؛ حيث استخدما النظير المشع المعروف باسم الكربون-14؛ لتكوين ثاني أكسيد الكربون المحتوِي على هذا النظير، ثم تتبعوا كيفية دمج الكربون-14 في جزيئات في نبات قصب السكر. والمثير للاهتمام أنهما وَجَدَا أن الخطوة الأولى في تثبيت الكربون كانت في الواقع في جزيء يحتوي على أربع ذرات كربون[1]، وأصبح هذا المسار البديل يُعرَف باسم "التمثيل الضوئي رباعي الكربون". تمثلت أهمية اكتشاف هاتش وسلاك في ذلك الوقت في إدراك أن هناك مسارين كيميائيين للتمثيل الضوئي يعملان في النباتات.

فَسَّرَت الدراسة التي أجراها هاتش وسلاك بعض التقارير المحيِّرة، فالمختبرات التي توجد في مناطق بعيدة عن بعضها ـ على سبيل المثال المختبرات في هاواي، وروسيا ـ لاحظت أنماط إدماج كربون غير متوقعة عندما تم إمداد أوراق نباتي قصب السكر والذرة بثاني أكسيد الكربون المحتوي على النظير الكربون -14[3,4]، غير أن كالفن وآخرين شككوا في صحة تلك التقارير، ولم يتم قبول تلك الاكتشافات في الوسط العلمي. وكان الاعتراض الأساسي على أن ثاني أكسيد الكربون الذي يحتوي علي النظير الكربون-14 كان غالبًا ما يتم تقديمه للأوراق في الظلام، أي عندما تكون عملية التمثيل الضوئي غير نشطة، وهو ما يَحمِل مخاطر تكوين جزيئات لِأَيْضٍ لا علاقة له بالتمثيل الضوئي.

كان التطور الأساسي في عمل هاتش وسلاك هو تقديم ثاني أكسيد الكربون الذي يحتوي علي النظير الكربون-14 لأوراق النباتات في الضوء، ثم يعقب ذلك تقديم ثاني أكسيد الكربون غير المحتوِي على الكربون-14. ويمكن بمِثْل هذه التجارب التي تتضمن تعاقُب تقديم نوعي ثاني أكسيد الكربون للنبات، تَتَبُّع موجة الكربون-14 أثناء انتقالها عبر الجزيئات في المسار. وقد أوضح ذلك النهج أن الكربون تم دمجه أولًا في جزيء "مالات"، (الشكل 1)، وهو جزيء يحتوي على أربع ذرات كربون، ثم نُقل بعد ذلك إلى الجزيء ثلاثي الكربون-3 فوسفوجليسيريت (وهو يَنتُج أيضًا بفعل نشاط إنزيم "روبسكو" RuBisCO في المسار ثلاثي الكربون). ولا يزال هذا الاستعراض لسريان الكربون أكثر دليل قاطع على وجود مسار التمثيل الضوئي رباعي الكربون.

وحتى قبل اكتشاف هاتش وسلاك، كانت هناك دلائل على أن فسيولوجيا بعض النباتات مختلفةٌ[5]، فالأعشاب الاستوائية تنمو أسرع كثيرًا، ولديها معدلات تمثيل ضوئي أعلى، وتَستخدم الماء بكفاءة أكبر من النباتات الأخرى. وإضافة إلى ذلك، تم رصد بِنَى دائرية غريبة في أوراق بعض النباتات قبل أكثر من 100 سنة[5]. وهذه البِنَى -

الشكل 1 | التمثيل الضوئي رباعي الكربون. قبل أكثر من 100 سنة، لُوحظ وجود بِنَى دائرية في أوراق النبات، تُسمى "تشريح كرانتس" (موضحة باللون الأخضر في صورة القطاع العرضي للورقة[16]، جهة اليسار)، لكن دورها كان مجهولًا. وفي عام 1966، استخدم هاتش وسلاك الكربون-14؛ لتتبُّع مصير الكربون (موضح باللون الأحمر) الموجود بثاني أكسيد الكربون عندما يتم إدماجه في جزيئات كربونية عضوية داخل الخلايا أثناء عملية التمثيل الضوئي في أوراق النباتات التي تم تعريضها للضوء[1]. وجد هاتش وسلاك أن الكربون-14 تم دمجه في جزيء مالات يحتوي على أربع ذرات كربون. أشار هذا الجزيء رباعي الكربون إلى مسار جديد لعملية التمثيل الضوئي، عُرف باسم التمثيل الضوئي رباعي الكربون. ورغم أن التمثيل الضوئي رباعي الكربون قد تطوَّر بصورة مستقلة عدة مرات على مدار التاريخ التطوري للنباتات، بما في ذلك نبات الذُّرَة، فإن الكثير من المحاصيل المهمة ـ مثل البطاطس، والقمح، والأرز ـ تستخدم مسارًا للتمثيل الضوئي أقل كفاءة، يُعرف باسم ثلاثي الكربون. يتمثل أحد الأهداف المستقبلية في محاولة هندسة مسار التمثيل الضوئي رباعي الكربون الكفء هذا في نباتات أخرى، مثل الأرز (أو ربما غيره من النباتات ثلاثية الكربون الأخرى).

المعروفة باسم "تشريح كرانتس"، أو Kranz anatomy (وكلمة Kranz هي مفردة ألمانية تعني إكليل) – هي بمثابة دوائر متحدة المركز من خلايا الميزوفيل (نسيج الورقة الأوسط) تحيط بخلايا غلاف الحزمة حول الأوعية. ولم يصبح دور تشريح كرانتس واضحًا، إلا في سياق التمثيل الضوئي رباعي الكربون.

وبحلول ثمانينات القرن العشرين، كانت أساسيات الكيمياء الحيوية المتخصصة معروفة، وكذلك التشريح المعدل للورقة التي يتم فيها التمثيل الضوئي رباعي الكربون. وتم تحديد كل الإنزيمات الرئيسة المطلوبة لدورة التمثيل الضوئي رباعي الكربون، كما تم الربط بين حاجة مسار التمثيل الضوئي رباعي الكربون إلى أن يتوزع على نوعين مختلفين من الخلايا، وبين تشريح كرانتس. وأصبحت ورقة النبات رباعي الكربون نموذجًا لفهْم خلايا محددة من خلايا النبات[6]، وافتَرَضَ الباحثون أن يكون تشريح كرانتس قد تطور نتيجة انبعاث جزيء قابل للانتشار من أوعية النبات[7].

في العقود التي تَلَت ما أحرزه هاتش وسلاك من تقدُّم، أَلْهَمَ التمثيل الضوئي رباعي الكربون دراساتٍ أخرى في مجالات متنوعة، ففي الزراعة، فَسَّرَ المعدلات المرتفعة للتمثيل الضوئي، وانخفاض معدل فَقْد الماء في بعض المحاصيل. وكان العامل الرئيس في ذلك هو إنزيم يُعرف باسم فوسفوفينول بيروفيت الكربوكسيلاز (يُعرف اختصارًا باسم PEPC)، وهو إنزيم يعمل في بداية مسار عملية التمثيل الضوئي رباعي الكربون، ويتسم بأن ميله للارتباط بالكربون أعلى من إنزيم "روبسكو"، الذي ينشط مثله أيضًا في خطوة مبكرة في عملية التمثيل الضوئي ثلاثي الكربون. ويعني ذلك أن الثغور المسامية التي تسمح لثاني أكسيد الكربون الجوي بالدخول إلى الورقة لا تحتاج إلى أن تُفْتَحَ على القدر نفسه من الاتساع في النباتات رباعية الكربون[8]، ومن ثم يقل فقْد الماء من خلال هذه الثغور.

ويقوم إنزيم الفوسفوفينول بيروفيت الكربوكسيلاز بدمج نظير الكربون-13 بمعدل أسرع مما يفعل إنزيم "روبسكو"[9]، وتتيح الاختلافات الناتجة في آثار نظير الكربون بالورقة تصنيف النوع على أنه ثلاثي الكربون، أو رباعي الكربون في النسيج الحي للنبات، أو في الحفريات. وسرعان ما أثار هذا النهج اهتمام علماء البيئة، وعلماء الأحياء التطورية.

أَدْرَك علماء البيئة أنه كانت هناك مقاييس واضحة في التوزيع الجغرافي للنباتات ثلاثية الكربون، والنباتات رباعية الكربون، بحيث تسود النباتات رباعية الكربون في الأماكن المفتوحة بالمناطق الاستوائية وشبه الاستوائية، ثم تصبح أقل شيوعًا تدريجيًّا كلما ابتعدنا عن خط الاستواء[10]. وقد تم الربط بين هذا التوزيع، وبين الضغوط الانتخابية التي تقود عملية تطور النباتات رباعية الكربون، بحيث ترتبط النباتات رباعية الكربون عمومًا بالظروف الجافة. وقد وَفَّرت دراسات الحفريات بعض الأفكار الثاقبة حول البيئات القديمة، وأدَّى محتوى الأوراق رباعية الكربون من الكربون-13 إلى اكتشاف[11] أن الأعشاب رباعية الكربون توسعت بسرعة، وأصبحت لها السيادة في البراري ومناطق السافانا قبل حوالي 10 ملايين إلى 6 ملايين سنة؛ فالحيوانات التي ترعى على أعشاب السافانا تنتِج حفريات تحتوي على آثار نظير الكربون من النوع الرباعي، بينما الحيوانات التي ترعى على الأشجار ثلاثية الكربون تنتِج حفريات تحمل آثار نظير الكربون من النوع الثلاثي.

إنّ اكتشاف أن النباتات رباعية الكربون ظهرت عبر أنواع لا تربطها علاقة قريبة تطوريًّا يشير ضمنًا إلى عملية تطوُّر متكررة لهذا المسار المعقد للتمثيل الضوئي من النظام السالف ثلاثي الكربون. ورغم التعقيد الشديد للنظام رباعي الكربون، فقد تطوَّر بصورة مستقلة عدة مرات، وقد ازداد عدد مجموعات النباتات رباعية الكربون، التي لا تربطها صلة قرابة بانتظام، ليبلغ حوالي 61 سلالة[12]. ربما تكون عوامل عديدة قد ساعدت على التطور المتكرر للتمثيل الضوئي رباعي الكربون؛ فالبروتينات في المسار رباعي الكربون ـ على سبيل المثال ـ يبدو أنها موجودة في حالة الأسلاف ثلاثية الكربون[13]. وهذا يعني ـ من حيث المبدأ ـ أن التمثيل الضوئي رباعي الكربون يقوم على استخدام مركبات كانت موجودة بالفعل في النباتات ثلاثية الكربون. وبالفعل، فإن جزءًا من المسار رباعي الكربون يعمل في بعض أنسجة النباتات ثلاثية الكربون[14].

ويستمر التطور المتكرر للنظام رباعي الكربون في إثارة الاهتمام. فعلى الرغم من أن الأنواع رباعية الكربون منتشرة على نطاق واسع بين النباتات المزهرة، فثمة القليل فقط من الأشجار رباعية الكربون، وهي ظاهرة لم يتم تفسيرها على نحو كامل بعد. وعلى مدار نحو 40 سنة، كان يُعتقد أن المسار رباعي الكربون يَعتمِد على تجزئة المسار وتوزيعه بين "الميزوفيل"، وأنواع خلايا غلاف الحزمة في "تشريح كرانتس"، ولكن بعد ذلك تم اكتشاف العديد من النباتات وحيدة الخلية رباعية الكربون، وهو ما كسر القاعدة[15].

حضر هاتش وسلاك هذا العام مؤتمرًا لإحياء الذكرى الخمسين لاكتشافهما، عُقد في كانبيرا بأستراليا. وقد حضرا كل جلسة، وكان الحماس والاستمتاع بادِيَين عليهما، وفي بعض الأحيان كانا مندهشَين من مدى تنوع الأبحاث التي تُجرى الآن، كنتيجة لعملهما. إن التمثيل الضوئي في النباتات رباعية الكربون أكفأ بمقدار 50% تقريبًا منه في الأنواع ثلاثية الكربون[8]، وهو ما أدَّى إلى فوائد ملموسة في المحاصيل. فالأرز ـ وهو المحصول الأساسي لأكثر من نصف سكان الأرض ـ يَستخدِم المسار ثلاثي الكربون؛ ولهذا ثمة جهود دولية هائلة تُبذل الآن؛ بقصد فَهْم النظام رباعي الكربون شديد التعقيد على النحو الذي يتيح هندسته في النباتات ثلاثية الكربون؛ من أجل زيادة المحصول. ■

جوليان إم. هيبرد يعمل في قسم علوم النبات بجامعة كمبريدج، كمبريدج CB2 3EA، المملكة المتحدة. **روبرت تي. فوربانك** يعمل في كلية البحوث البيولوجية بالجامعة الأسترالية الوطنية في كانبيرا، ACT 2601، أستراليا.
البريد الإلكتروني: jmh65@cam.ac.uk
robert.furbank@anu.edu.au

1. Hatch, M. D. & Slack, C. R. *Biochem. J.* **101,** 103–111 (1966).
2. Calvin, M. *et al. Symp. Soc. Exp. Biol.* **5,** 284–305 (1951).
3. Kortschak, H. P., Hartt, C. E. & Burr, G. O. *Plant Physiol.* **40,** 209–213 (1965).
4. Karpilov, Iu. S. *Tr. Kazan. Sel'schokhoz Inst.* **41,** 15–24 (1960).

5. Furbank, R. T. *J. Exp. Bot.* **67,** 4057–4066 (2016).
6. Hibberd, J. M. & Covshoff, S. *Annu. Rev. Plant Biol.* **61,** 181–207 (2010).
7. Langdale, J. A. & Nelson, T. *Trends Genet.* **7,** 191–196 (1991).
8. Long, S. P. In: C_4 *Plant Biology* (eds Sage, R. F. & Monson, R. K.) 215–249 (Academic Press, 1999).
9. O'Leary, M. H. *Phytochemistry* **20,** 553–567 (1981).
10. Teeri, J. A. & Stowe, L. G. *Oecologia* **23,** 1–12 (1976).
11. Cerling, T. E., Wang, Y. & Quade, J. *Nature* **361,** 344–345 (1993).
12. Sage R. F. J. *Exp. Bot.* **67,** 4039–4056 (2016).
13. Aubry, S., Brown, N. J. Hibberd, J. M. *J. Exp. Bot.* **62,** 3049–3059 (2011).
14. Hibberd, J. M. & Quick, W. P. *Nature* **415,** 451–454 (2002).
15. Voznesenskaya, E. V, Franceschi, V. R., Kiirats, O., Freitag, H. & Edwards, G. E. *Nature* **414,** 543–546 (2001).
16. Haberlandt, G. *Physiologische Pflanzenanatomie* (Engelmann, 1904).

علم الاجتماع

ختان الإناث تحت الضوء

من الممكن استغلال اختلاف الآراء بين أفراد المجتمع، من أجل إحداث التغيير السلوكي المرغوب فيه، كما تثبت الأفلام التي تستطلع الاعتقادات المختلفة ذات الصلة بختان الإناث.




UNICEF/HOLT

الشكل 1 | إحدى الممارِسات السابقات لختان الإناث، تحمل الأداة التي كانت تستخدمها في العملية. تحاول فوجت وزملاؤها[1] استكشاف استراتيجية؛ للحدّ من الرغبة في القيام بهذه الممارسة في السودان.

نيكولاس إيه. كريستاكيس

يشمل ختان الإناث ممارسات متنوعة، منها إزالة البظر نفسه. وينتشر هذا الفعل في أجزاء كثيرة من أفريقيا، ويُطَبَّق على أكثر من مليوني فتاة سنويًّا. وفي بحث منشور في دورية *Nature*، تَذْكُر فوجت وزملاؤها[1] أن تنفيذ فيلم مدته 90 دقيقة يعكس آراءً متضاربة حول ختان الإناث يمكنه التقليل من الإقبال على هذه الممارسة في السودان، حيث تم تصوير الفيلم.

اجتذب ختان الإناث اهتمامًا كبيرًا في مجالات متنوعة، مثل الصحة العامة، والأخلاقيات، والأنثروبولوجيا، واقتصاديات التنمية، فضلًا عن العلوم الاجتماعية بمجالها الأوسع، وذلك لسببين رئيسين، أولهما: أنه غالبًا ما يُنظر إلى ختان الإناث كتَحَدّ للنسبية الأخلاقية، التي تَدَّعي أن للثقافات مبادئ أخلاقية مختلفة، لكنها متساوية في قيمتها[2،3]. وثانيهما: تسليطه الضوء على صعوبة تغيير الممارسات الثقافية المتأصلة بعمق، حتى عندما يبدو بوضوح أنها غير عادلة، أو خطيرة، أو قاسية[4،5]. وليس ثمة التزام بمعايير ثقافية موحّدة، فالاختلافات المحلية في المواقف والسلوك أمر شائع، وبالتالي فإن بذور تغيير ثقافة ما قد تكون موجودة ضمن تلك الثقافة ذاتها (شكل 1).

لقد استغل الباحثون هذا الاختلاف بين الأفراد، فحددوا مجموعات من الأفراد متشابهي التفكير في الشبكات الاجتماعية، ممن يمكن لمواقفهم وسلوكياتهم أن تسهِّل التدخلات التي تتراوح بين التطعيم ضد شلل الأطفال[6] إلى اعتماد المراحيض[7]، ولكن بعض السكان يقاوم اعتماد ممارسات جديدة، وخاصة عند ارتباطها بالاستعمار الخارجي. في هذه الحالات، يمكن استغلال اختلافات الرأي المحلية؛ للعثور على نماذج سلوكية مرغوب فيها. وقد تم اللجوء إلى هذا الأسلوب بطريقة ناجحة مع مقدِّمي الرعاية الصحية في الولايات المتحدة، فجودة الرعاية الصحية المقدَّمة قد تختلف بدرجة واسعة بين المجتمعات المحلية المتجاورة[8]، وقد وفَّر مقدمو الرعاية المتفوقون نماذج للممارسة الجيدة لأقرانهم[9].

تناولت فوجت وزملاؤها ختان الإناث باستخدام تجربتين ميدانيتين، شملتا أربع صيغ مختلفة لفيلم رفيع الجودة، يضم ممثلين من السودان. وقد خلت نسخة الفيلم المخصصة للتحكيم من أي مؤثرات خاصة، واحتوت فقط على الحبكة الرئيسة، التي لم تكن عن عملية الختان. وعلى النقيض من ذلك، فإن الإصدارات المعالجة أدرجت المواد التي أكدت على اختلافات الرأي حول الختان بين شخصيات الفيلم. وقد نبعت هذه الاختلافات من وجود وجهات النظر المُنَاصِرة، إمّا للقيم التي يؤمن بها الشخص (ما إذا كان الختان ممارسة صحية)، وإما لإمكانية الزواج (ما إذا كان ختان الإناث يعزِّز احتمالات زواج الفتاة)، أو لكليهما.

في تجربة الباحثين الأولى، وزّعت مجموعةٌ بلغ عدد أفرادها 189 شخصًا ينتمون إلى 5 مجتمعات توزيعًا عشوائيًّا؛ لمشاهدة أحد الأفلام الأربعة. وفي تجربة ثانية، اختير 7,729 شخصًا بصورة عشوائية من 122 مجتمعًا بالطريقة نفسها. بعد المشاهدات، جرى تقييم التغيرات في المواقف، باستخدام "اختبار التداعي الضمني" المصمَّم لقياس التغيرات غير الواعية في المواقف. في هذا الإجراء المعتمِد على الحاسوب، يُطلب من الناس الربط بسرعة بين مفاهيم معينة، وخواص معينة. وتفسَّر حالات الربط الأسرع للثنائيات على أنها أقوى ارتباطًا في ذهن المشارك، مقارنةً بحالات الربط الأبطأ[10].

وأظهرت التجربة الأولى أنه فور مشاهدة أيٍّ من الأفلام المعالجة الثلاثة، حدث التغيير المنشود في موقف المشاهدين؛ فمن بين 189 شخصًا، تحسنت المواقف تجاه الفتيات غير المختونات بنحو 55-64%، مقارنةً بأحد الانحرافات المعيارية في المعدلات المسجلة في اختبار التداعي الضمني. وأظهرت التجربة الثانية أنه بعد أسبوع واحد من مشاهدة الفيلم، حدث تأثير علاجي بنسبة 10-11% على أحد الانحرافات المعيارية، ولكن فقط في المجموعة التي شاهدت الفيلم الذي يتضمن معالجة ثنائية (القيم، وإمكانية الزواج).

ولسوء الحظ، تمّ في التجربتين قياس التحولات في المواقف عند نقطة زمنية واحدة فقط، بعد مشاهدة المشاركين للفيلم. وبالتالي، فإننا لا نعرف مدى ثبات التحسّن الملاحَظ. فمن الممكن أن تعود المواقف إلى النقطة التي انطلقت منها، بعد أسبوع واحد على سبيل المثال، وهو هاجس مألوف في تقييم الجهود التثقيفية، وعادةً ما يتم التعامل معه عن طريق عمل إجراءات أَخْذ القياسات في عدة نقاط زمنية بعد التدخل.

وكما ألمحت فوجت وزملاؤها، فإن النتائج التي توصلوا إليها تشير إلى أن التحسُّن الذي حدث إثر عرض الأفلام التي تمت معالجتها معالجة واحدة، اختفى خلال أسبوع واحد. والأكثر من ذلك، تشير البيانات إلى أن التأثير كان يتلاشى، حتى بالنسبة إلى الأفلام ذات المعالجة الثنائية، وربما تَرَاجَع من حوالي 50% إلى 10% من الانحراف المعياري في غضون أسبوع. وبالإضافة إلى ذلك.. فإننا لا نعرف ما إذا كان تحسُّن المواقف قد أدَّى إلى أيّ تغيير في السلوك، أم لا، ذلك التغيير الذي قد يتراوح بين قيام المشاهدين بتبادل النقاش مع الآخرين حول الختان، وبين حماية بناتهم من التعرض لهذه العملية. لذا فإن الهدف الأسمى للتدخلات في مجال الصحة العامة هو ردم الهوة بين المعرفة، والسلوك.

وإذا حَكَمْنا من خلال الأدلة المقدَّمة، فقد يخلص المتشائمون إلى أن التدخّل الناجح يجب أن يشمل كلا نوعي المواد المعالجة في الفيلم، ولكن حتى هذا قد يكون مجديًا لمدة أسبوع واحد فقط. والأكثر من ذلك، تشير تحليلات الباحثين إلى أن الأفراد المعنيين سيكونون ـ على الأغلب ـ أولئك الأقل التزامًا بالفعل بختان الإناث من أقرانهم.

ومع ذلك، يمكننا أن نكون على يقين من أن الفيلم قد غَيَّر بعض المواقف. وثمة حاجة ماسة إلى أدوات جديدة؛ من أجل التصدي لويلات ختان الإناث. وربما يؤدي إبراز التنوع في الرأي العام المحلي في صيغ أكثر استمرارية ـ مثل المسلسلات التليفزيونية الطويلة ـ إلى إيصال الرسالة بشكل متكرر، وصولًا إلى تغيير أكثر استدامة. كما قد يزيد من فاعلية الجهود، الجمع بين العروض السينمائية، والتدخلات المباشرة، مثل اللقاءات المجتمعية، والمناطق الخالية من ختان الإناث (FGC-free zones) التي تدعمها منظمة "اليونيسف"، وتضم قرى تتفق بأكملها على التخلي عن هذه الممارسة. وكثيرًا ما ترغب المجتمعات في التخلي عن ختان الإناث. ويحدِّد هذا العمل المهم أداة فعالة محليّة المنشأ؛ لمساعدتهم على القيام بذلك. ■

نيكولاس إيه. كريستاكيس من قسم علم الاجتماع، وقسم الطب، ومؤسسة "ييل" لشبكة العلوم، جامعة ييل، نيو هافن، كونيتيكت 06520، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: nicholas.christakis@yale.edu

1. Vogt, S., Zaid, N. A. M., Ahmed, H. El F., Fehr, E. & Efferson, C. *Nature* **538,** 506–509 (2016).
2. Christakis, N. A. *Soc. Sci. Med.* **35,** 1079–1091 (1992).
3. Evanoff, R. J. *Int. J. Intercult. Relat.* **28,** 439–458 (2004).
4. Boddy, J. *Am. Ethnol.* **9,** 682–698 (1982).
5. Gruenbaum, E. *The Female Circumcision Controversy: An Anthropological Perspective* (Univ. Pennsylvania Press, 2000).
6. Onnela, J. P. *et al. Soc. Sci. Med.* **153,** 99–106 (2016).
7. Shakya, H. B., Christakis, N. A. & Fowler, J. H. *Soc. Sci. Med.* **125,** 129–138 (2015).
8. Wennberg, J. & Gittelsohn, A. *Science* **182,** 1102–1108 (1973).
9. Bradley, E. H. *et al. Implement. Sci.* **4,** 25 (2009).
10. Greenwald, A. G., Nosek, B. A. & Banaji, M. R. *J. Pers. Soc. Psychol.* **85,** 197–216 (2003).

علم البيولوجيا الخلوية

التواصل في عملية تضاعف العضيّات

تصوير الخلايا الحيّة يكشف عن حدوث تداخل وظيفي بين عضيّتين مختلفتين، يظهر في صورة مسار تواصُل ضروري بين الشبكة الإندوبلازمية والميتوكوندريا؛ من أجل تضاعف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا، وانقسامه.

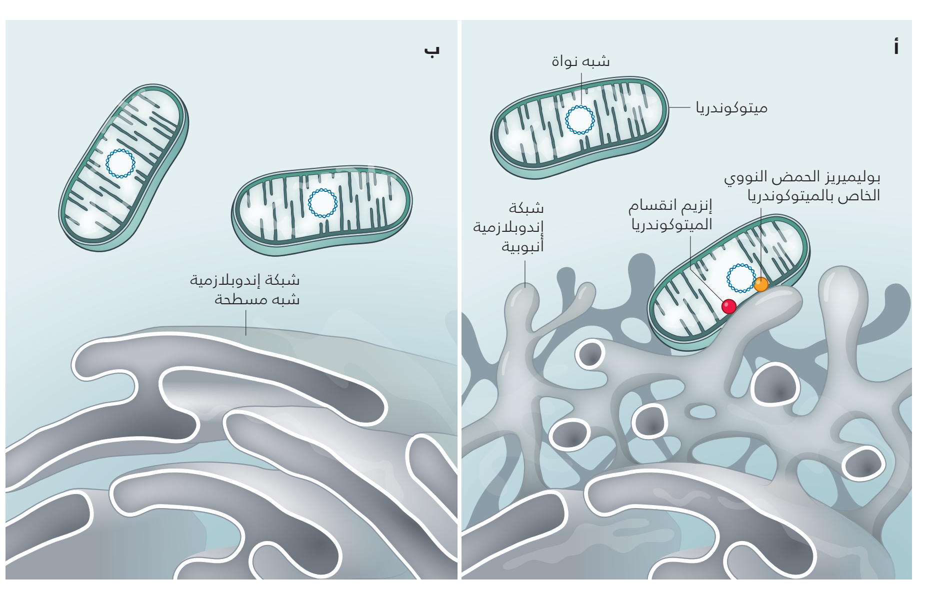
إيلينا زيفياني، ولوكا سكورانو

إنّ الفَرْق الأساسي بين الخلايا بدائية النواة، وحقيقية النواة، هو وجود عضيّات محاطة بغشاء في الخلايا حقيقية النواة. تسمح العضيّات ـ كالميتوكوندريا، وصانعات الكلوروفيل، والشبكة الإندوبلازمية للخلايا حقيقية النواة ـ بتشكيل بيئات دقيقة، يمكن فيها تنظيم العمليات الحيوية مكانيًّا وزمانيًّا[1]. يرمّز الجينوم النووي معظم بروتينات العضيّات، برغم احتواء بعض العضيّات ـ كالميتوكوندريا، وصانعات الكلوروفيل ـ على بعض المعلومات الجينية الخاصة بها. وبالتالي، ثمة حاجة إلى التنسيق بين جينوم العضيّات، والجينوم النووي؛ للتأكد من صحة محتوى الحمض النووي، وعملية تَضَاعُفه، وعملية ترجمة البروتين. ففي بَحْث نُشر مؤخرًا بدورية "ساينس" *Science*، بَحَثَ لويس وزملاؤه[2] فيما إذا كان الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا يتضاعف بشكل عشوائي، أم في مواقع محدّدة داخل الخلية، وذلك باستخدام التصوير المجهري للخلايا الحيّة؛ لمراقبة عملية التضاعف تلك في الخلايا البشرية.

تحيط بالعضيّات طبقة دهنية ثنائية تشكِّل حدودها الخارجية، وهي غير نافذة إلى معظم الجزيئات، وذلك شرط أساسي؛ لخلق مساحات متخصصة وظيفيًّا. ولا يزال السؤال الأساسي حول الطريقة التي تتواصل بها العضيّات مع محيطها الخارجي قيد البحث. تحتوي الطبقة الدهنية الثنائية الخاصة بكل عضيّة من العضيات على بروتينات ناقلة، يمكنها السماح بإدخال وإخراج بروتينات ونواتج استقلاب معيّنة، إلا أنّ التواصل الخلوي لا يقتصر على الإشارات القابلة للذوبان فقط، فالخلايا يمكنها أيضًا استشعار البيئات الدقيقة المحيطة بها، من خلال إشارات فيزيائية وميكانيكية[3]. وقد ينطبق هذا النوع من الاستشعار أيضًا على العضيّات الموجودة داخل الخلية. وفي هذه الحالة، مِن الممكن أن يؤثر شكل حجيرات العضيّات المتجاورة على تواصل العضيّات، وعلى العمليات الحيوية الأساسية التي تتم داخل الخلية.

وهنا، يقدّم لويس وزملاؤه نظرة عميقة إلى العلاقة بين بِنْيَة العضيّات، وعملية تخليق الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا، ونقل الحمض النووي المضاعف إلى الميتوكوندريا الجديدة الوليدة. فقد تم في السابق تحديد مواقع ارتباط الميتوكوندريا بالشبكة الإندوبلازمية[4] في خلايا الخميرة، وخلايا الثدييات، باعتبارها مواقع مرتبطة بانقسام الميتوكوندريا. ومن ثم، أتى لويس وزملاؤه للبحث في عملية تَضَاعُف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا في الخلايا البشرية الحية باستخدام تقنيات المجهر الفلوري، التي مَكَّنَتهم من مراقبة مواقع العضيّات والمكونات الأساسية داخل الخلايا، بما فيها بروتين بوليميريز الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا، وأحد إنزيمات انقسام الميتوكوندريا. وقد وجدوا رابطًا بين موقع تَضَاعُف شبه النواة (وهي وحدات مستقلة من الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا، موجودة داخلها)، وكذلك مواقع التواصل بين الميتوكوندريا، والشبكة الإندوبلازمية الأنبوبية (الشكل -1أ).

خلص الباحثون إلى أنه كي يتم توزيع أشباه النوى بالتساوي بين الميتوكوندريا الجديدة الوليدة، سيكون من الضروري أن تتضاعف أشباه النوى في موقع انقسام الميتوكوندريا، أو بالقرب منه. وقد أشاروا إلى أن التضاعف حدث على مقربة من نقطة الاتصال بين المتوكوندريا،



الشكل 1 | موقع تَضَاعُف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا في الخلايا. باستخدام التقنيات المجهرية لفحص الخلايا البشرية الحية، راقب لويس وزملاؤه2 عملية تضاعف بِنَى الحمض النووي، التي تُسمى أشباه النوى في الميتوكوندريا. **أ-** لاحظ الباحثون أن مواقع تَضَاعُف الحمض النووي، التي يمكن التعرف عليها من التموضع المشترك لأشباه النوى، إما مع بروتين بوليميريز الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا، أو أحد إنزيمات انقسام الميتوكوندريا، كانت متموضِعة في مناطق من الميتوكوندريا، وثيقة الارتباط بالبِنَى الأنبوبية للشبكة الإندوبلازمية (ER). **ب-** عندما قام الباحثون بالتلاعب بالشبكة الإندوبلازمية، بحيث اتخذت شكل شبه مسطح، بدلًا من الشكل الأنبوبي؛ لاحظوا تناقصًا في تَضَاعُف أشباه النوى.

والشبكة الإندوبلازمية، وهو ارتباط سبق وصفه في الأصل في خلايا الخميرة[5].

تشكِّل الدراسة التي قام بها لويس وزملاؤه قفزة إلى الأمام في فَهْمنا للأمر، من خلال إظهار أيضًا أن بِنْية الشبكة الإندوبلازمية تصطدم بقواعد تنظيم توازن الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا. قام الباحثون بالتلاعب في مستويات بروتينات معينة خاصة بالشبكة الإندوبلازمية، لتحويل بِنْيَتها من الشكل الأنبوبي إلى الشكل شبه المسطح، وقد لاحظوا ـ بواسطة المجهر ـ أن عدد أشباه النوى الخاضعة لعملية تضاعف الحمض النووي قد تَراجَع، على الرغم من عدم حدوث تغيّرات في إجمالي محتوى الميتوكوندريا من الحمض النووي (الشكل -1ب). وفي رأينا، يشير هذا العمل ـ للمرة الأولى ـ إلى أن شكل إحدى العضيّات يلعب دورًا في تحديد وظيفة أساسية لعضيّة أخرى مجاورة ومختلفة. ومع ذلك لم توضح بعد هذه الدراسة ما إذا كانت التأثيرات الملاحَظة تحدث نتيجة وساطة مباشرة من مركّب بروتيني يربط الشبكة الإندوبلازمية بالحمض النووي المتضاعف الخاص بالميتوكوندريا، أم أن التأثيرات تحدث نتيجة وساطة غير مباشرة، عن طريق مراسيل غير معروفة.

إن الفكرة القائلة إن شكل العضيّة يمكنه التأثير على وظيفتها فكرة واسعة الانتشار في علم الأحياء، وهي محلّ تصديق عام في حالة الميتوكوندريا[1]. ومع ذلك لم تسبق الإشارة ـ ولو تلميحًا ـ إلى أن الحفاظ على عمل الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا ونقله ـ وهي عمليات أساسية وضرورية من أجل قيام الميتوكوندريا بوظيفتها، ومن أجل بقاء الخلية ـ يمكنها أن تتأثر بالمدخلات الفيزيائية عند واجهة التفاعل بين الميتوكوندريا، والشبكة الإندوبلازمية. وإضافة إلى وجود علاقة بالأمراض الخاصة بالميتوكوندريا، قد يكون من المهمّ أن يثير هذا العمل تساؤلات حول دور التفاعلات الفيزيائية في "الحوار" المتبادَل بين العضيّات.

هناك أسئلة لا تزال مفتوحة. فمثلًا، من غير الواضح كيف يتحكم الشكل في الوظيفة، وكيف يمكن للقوى الفيزيائية أن تُترجم إلى استجابات بيولوجية. أحد الاحتمالات هو أن التغيرات البنيوية في الشبكة الإندوبلازمية قد تعزِّز إعادة تشكيل شبكة الخيوط البروتينية الخاصة بالخلية، التي يُطلق عليها اسم هيكل الخلية، وقد تؤدي بدورها إلى استقدام مكوّنات خلوية معينة، مثل الدهون، أو البروتينات؛ لتشكيل نطاقات دقيقة متخصصة على سطح العضيّة. أما الاحتمال الآخر، فهو أنه ـ اعتمادًا على البنية شبه المسطحة، أو الأنبوبية للشبكة الإندوبلازمية ـ يمكن موضعيًّا استشعار القوى الخارجية والقيود الفيزيائية المتولدة على السطح الخارجي للميتوكوندريا؛ من أجل تعزيز تفعيل برنامج جيني يؤثر على تضاعف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا. وقد يساعد تحليل الجينات المعبَّر عنها بشكل تفاضلي بالاشتراك مع تغيّرات شكل الشبكة الإندوبلازمية على تمهيد الطريق لدراسات تسعى لتحديد الآليات الكامنة وراء العلاقة بين التواصل مع الشبكة الإندوبلازمية، وعملية تضاعف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا.

ومن غير الواضح ما إذا كانت جزيئات الربط تشارك في هذه العملية، أم لا. وإذا كان الأمر كذلك، فما هي الجزيئات المسؤولة؟ إذ إنّ ثمة ربط بين الشبكة الإندوبلازمية والميتوكوندريا في خلايا الخميرة[6]، وخلايا الثدييات[7]. ويقتضي إثبات أن تَضَاعُف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا يحدث في مواقع ربط العضيّات إجراء تجارب جينية لحذف هذه البِنَى الرابطة.

لقد وَسَّع لويس وزملاؤه نطاق فهْمنا لدور الحوار المتبادل بين العضيّات، ليشمل التحكّم في عملية تَضَاعُف الحمض النووي الخاص بالميتوكوندريا من قِبَل الشبكة الإندوبلازمية. ويفتح عملهم مجالات جديدة للبحث؛ من أجل استكشاف كيف يمكن لعضيّة واحدة أن تكون ذات تأثير قوي وعميق على عضيّة أخرى مجاوِرة. ■

إيلينا زيفياني تعمل في معهد البحث والرعاية الصحية IRCCS، مستشفى سان كاميللو، 30126 فينيسيا، إيطاليا، ويعمل لوكا سكورانو في معهد فينيسيا للطب الجزيئي، 35129 بادوا، إيطاليا. وهما يعملان كذلك في قسم الأحياء، جامعة بادوا.
البريد الإلكتروني: elena.ziviani@unipd.it؛ luca. scorrano@unipd.it

1. Pernas, L. & Scorrano, L. *Annu. Rev. Physiol.* **78,** 505–531 (2015).
2. Lewis, S. C., Uchiyama, L. F. & Nunnari, J. *Science* **353,** aaf5549 (2016).
3. Jaalouk, D. E. & Lammerding, J. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* **10,** 63–73 (2009).
4. Friedman, J. R. *et al. Science* **334,** 358–362 (2011).
5. Murley, A. *et al. eLife* **2,** e00422 (2013).
6. Kornmann, B. *et al. Science* **325,** 477–481 (2009).
7. de Brito, O. M. & Scorrano, L. *Nature* **456,** 605–610 (2008).

نظرة إلى الماضي

خمسة وعشرون عامًا من الخلايا الشمسية منخفضة التكلفة

في عام 1991، تم الإعلان عن ابتكار خلية شمسية تتميز بالكفاءة في تحويل الطاقة، وهي خلية تجمع بين بساطة التصميم ، وانخفاض التكلفة نسبيًّا. ومنذ ذلك الحين، كان ذلك الاختراع مصدر إلهام لتطوير خلايا شمسية أكثر كفاءة.

محمد نظير الدين

في الوقت الراهن، تتم تلبية ما يقرب من 85% من احتياجات العالم من الطاقة من خلال وقود أحفوري غير متجدد، له عواقب خطيرة على صحة الإنسان والبيئة[1]. وإضافة إلى ذلك.. من المتوقع أن يتضاعف الطلب العالمي على الطاقة بحلول عام 2050 (المرجع 2). ومن ثم، صار اتخاذ بعض الإجراءات الدولية للتوصل إلى مصادر طاقة فعالة ومستدامة أمرًا حتميًّا، (انظر: www.se4all.org). وقبل خمس وعشرين سنة، أعلن أوريجان، وجريتسل[3] ـ في بحث نُشر في دورية *Nature* ـ عن إنجاز كبير يتمثل في إنشاء خلية شمسية منخفضة التكلفة، يمكنها تحويل حوالي 7% من الطاقة التي تستقبلها من أشعة الشمس إلى كهرباء. وفي الأعوام السبعة الماضية، كان عمل هذين الباحثين مصدر إلهام لإنتاج خلايا شمسية تستخدم مركّبات تُسمى البيروفسكايت[4،5] ويمكنها الوصول إلى فعالية في تحويل الطاقة الشمسية تصل إلى أكثر من 22%. (انظر: go.nature.com/2e3rq0e)

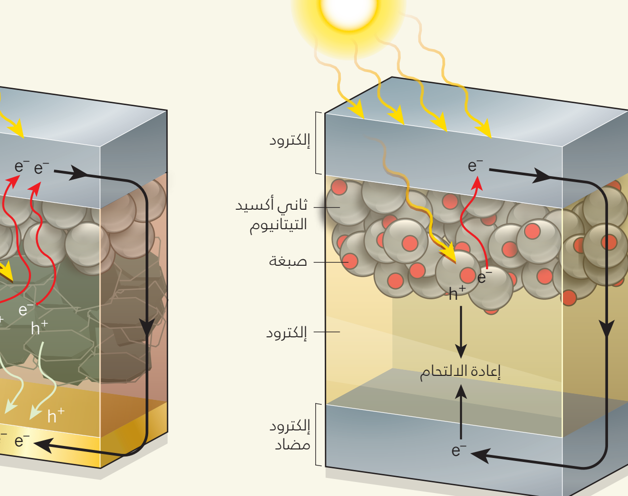
كانت المفاهيم الأساسية للتكنولوجيا ـ التي توصل إليها أوريجان، وجريتسل ـ مستمدة من عملية التمثيل الضوئي، وهي عملية تقوم فيها جزيئات الكلوروفيل بامتصاص أشعة الشمس، وتحويلها إلى طاقة كيميائية. وفي الخلية الشمسية الصبغية التي ابتكرها المؤلفان، يتم امتصاص الضوء بواسطة جزيئات صبغية قائمة على الروثينيوم، مترسبة فوق سطح جسيمات نانوية من ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 (انظر الشكل -1أ). وفي السطح بين الصبغة والجسيمات النانوية، ينشأ إلكترون مُثار وثقب (بمثابة جسيم تصوري، يتشكّل بفعل عدم وجود إلكترون) مرتبط به. ويتم توصيل الإلكترون من خلال جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية بإلكترود (قطب موجب)، ثم نقله إلى إلكترود مضاد (قطب سالب). وأخيرًا، يوجد سائل إلكتروليت ـ وهو مزيج من مذيب سائل وأيونات ـ يغلق الدائرة، بحيث يعاود الإلكترون الالتحام بالثقب، ويعاد إلى الصبغة. ويتم توليد الطاقة الكهربائية مع تنقّل الإلكترون عبر الخلية الشمسية الصبغية.

كان الابتكار الجديد في الخلية الشمسية الصبغية ـ مقارنة بالخلايا الشمسية السابقة عليها ـ هو مساحة السطح هائلة الحجم، التي وَفَّرَتْها جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم النانوية للجزيئات الصبغية. استخدم الباحثان طبقة سُمْكها 10 ميكرومترات من هذه الجسيمات النانوية، التي يبلغ متوسط قطرها حوالي 15 نانومترًا. ونظرًا إلى البِنْية المسامية التي تتسم بها الطبقة، كانت مساحة سطحها أكبر 780 مرة من مساحتها الهندسية، وذلك على نحو أشبه بأكوام أغشية الثايلاكويد في البلاستيدات الخضراء، التي تجري فيها تفاعلات التمثيل الضوئي الناقلة للإلكترونات.

بعد نشر النتائج التي توصل إليها أوريجان، وجريتسل، أُدخلت تحسينات أولية على أداء الخلايا الشمسية الصبغية عبر استخدام جزيئات صبغية قائمة على الروثينيوم أحادية النواة، بدلًا من ثلاثية النواة[6]؛ مما أدى إلى زيادة كفاءة تحويل الطاقة من حوالي 7% إلى أكثر من 11%. وقد أثبت الباحثون أن استخدام صبغة مهندَسة جزيئيًّا "مُستقبِلة للحامل اللوني المانح"[7]، وتتسم ببنية مماثلة لبنية الكلوروفيل، تزيد من كفاءة تحويل الطاقة أكثر من ذلك؛ لتصل إلى 13%.

تمثلت الخطوة التالية في إحلال مادة صلبة ناقلة للثقب محل الإلكتروليت السائل، وذلك لإنشاء خلية شمسية صبغية ذات حالة صلبة[8]. وقد أدى هذا إلى زيادة استقرار الخلايا الشمسية، وتفادي المشكلات المرتبطة بتسرب السائل، غير أن كفاءة الخلايا الشمسية الصبغية الصلبة تساوي حوالي نصف كفاءة نظيرتها السائلة[9]، لأن المواد الناقلة للثقب لا تتخلل طبقة ثاني أكسيد التيتانيوم بشكل متجانس مثلما يفعل الإلكتروليت السائل.

وفي السنوات السبع الأخيرة، تمت تهيئة بِنْية الخلايا الشمسية الصبغية الصلبة؛ لتتلاءم مع خلايا شمسية تستخدم البيروفسكايت، بدلاً من الصبغة. والبيروفسكايت



الشكل 1 | تطور الخلايا الشمسية. في عام 1991، أعلن أوريجان، وجريتسل[3] عن ابتكار خلية شمسية صبغية زهيدة التكلفة، أدَّت منذ ذلك الحين إلى تطوير نسخ أكثر كفاءة في تحويل الطاقة، مثل خلية البيروفسكايت الشمسية[4،5]. (**أ**) تتكون الخلية الشمسية الصبغية التقليدية من طبقة من جسيمات ثاني أكسيد التيتانيوم (TiO_2) النانوية، التي تترسب عليها الجزيئات الصبغية. وعندما تسقط أشعة الشمس على الصبغة، ينتُج إلكترون سالب الشحنة (e^-) ، وثقب موجب الشحنة (h^+). ينتشر الإلكترون من خلال طبقة ثاني أكسيد التيتانيوم إلى إلكترود، ثم يُنقل إلى إلكترود مضاد. وفي النهاية، يدخل الإلكترون إلى إلكتروليت سائل، قبل أن يعاود الالتحام بالثقب، وتعاود الصبغة امتصاصه. (**ب**) في خلية البيروفسكايت الشمسية الحديثة ذات الحالة الصلبة، تستخدم مادة ناقلة للثقب، لتحل محل الإلكتروليت السائل، وتعمل مركبات كيميائية تُسمى "البيروفسكايت" كحاصدات للضوء. ومن الشائع استخدام الذهب في خلايا البيروفسكايت الشمسية؛ ليكون مادة الإلكترود المضاد؛ لتحسين الكفاءة أكثر.

مركّبات صيغتها ABX_3، حيث A ، وB أيونان مختلفان، موجبَا الشحنة، أمّا X ، فهو أيون سالب الشحنة. وقد أحدثت خلايا البيروفسكايت الشمسية (الشكل 1 ب) تأثيرًا هائلًا في الأوساط المعنية بالخلايا الكهروضوئية، بسبب خواص البيروفسكايت الممتازة، من حيث امتصاص الضوء. وقد أَطْلَق العملُ المبتكر الذي قام به الكيميائي تسوتومو مياساكا وزملاؤه العنانَ لهذه الطفرة بإنتاج خلايا بيروفسكايت شمسية تَستخدِم الإلكتروليت السائل[4]، وقد تلا ذلك الانتقال إلى خلايا البيروفسكايت الشمسية الصلبة[5]. وقد أثبتت فِرَق بحثية عديدة إمكانية استخدام بيروفسكايت ميثيل الأمونيوم ثلاثي يوديد الرصاص ($CH_3NH_3PbI_3$) ، ليس فقط كمادة تمتص الضوء، وإنما أيضًا كمادة ناقلة للشحنة.[10]

واليوم، ثمة العديد من بِنَى خلايا البيروفسكايت الشمسية المستخدمة، لكن الخلية الأعلى كفاءة في تحويل الطاقة (بنسبة تتجاوز 22%) التي أُعلن عنها تستند إلى بِنْية يكون فيها البيروفسكايت شبه موصل يمتص الضوء، ويعمل فيها ثاني أكسيد التيتانيوم مستقبِلًا للإلكترون، ويكون فيها البولي بوليمر (ثلاثي الأريلامين) المادة الناقلة للثقب (انظر: go.nature.com/2e3rq0e). تتمتع خلايا البيروفسكايت الشمسية بإمكانية الوصول إلى كفاءة تزيد على 25% في تحويل الطاقة، وقد حظيت بتقدير المنتدى الاقتصادي العالمي، باعتبارها واحدة من أفضل عشر تقنيات صاعدة لسنة 2016، بفضل قدرتها على أن تحلّ محل الوقود الأحفوري (انظر:go.nature. com/2dpv26d)، غير أن خلايا البيروفسكايت الشمسية يشوبها الكثير من العيوب، مثل ضعف استقرار المادة في ظل التعرض لمستويات مرتفعة من الحرارة والضوء، وكذلك سُمِّيَّتها، بسبب احتوائها على الرصاص.

ومن شأن تحقيق المزيد من التطور في خلايا البيروفسكايت الشمسية ـ وذلك من خلال مزيج من الخطوات المبتكرة في علم المواد، والكيمياء، وتكنولوجيا الأجهزة ـ أن يؤدي إلى ثورة في قطاع الطاقة المتجددة. لقد قطعت الخلايا الشمسية شوطًا هائلًا منذ أن نَشَر أوريجان، وجريتسل بحثهما البارز، ويبدو المستقبل مشرقًا بالنسبة إلى خلايا البيروفسكايت الشمسية، كوسيلة محتملة للحصول على طاقة متجددة بحق. ■

محمد نظير الدين عضو بفريق الهندسة الجزيئية للمواد الوظيفية بمعهد العلوم الكيميائية والهندسة، المعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا، سيون -CH 1951 ، سويسرا.
البريد الإلكتروني: mdkhaja.nazeeruddin@epfl.ch

1. International Energy Agency. *World Energy Outlook Special Report: Energy and Air Pollution* (OECD/IEA, 2016).
2. World Energy Council. *World Energy Scenarios* (World Energy Council, 2013).
3. O'Regan, B. & Grätzel, M. *Nature* **353,** 737–740 (1991).
4. Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y. & Miyasaka, T. *J. Am. Chem. Soc.* **131,** 6050–6051(2009).
5. Lee, M. M., Teuscher, J., Miyasaka, T., Murakami, T. N. & Snaith, H. J. *Science* **338,** 643–647 (2012).
6. Nazeeruddin, M. K. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **115,** 6382–6390 (1993).
7. Mathew, S. *et al. Nature Chem.* **6,** 242–247 (2014).
8. Bach, U. *et al. Nature* **395,** 583–585 (1998).
9. Burschka, J. *et al. J. Am. Chem. Soc.* **133,** 18042–18045 (2011).
10. Sum, T. C. & Mathews, N. *Energy Environ. Sci.* **7,** 2518–2534 (2014).

خمسون عامًا مضت

تحتوي إفرازات غدة الفك السفلي لنحلة العسل العاملة Apis mellifera L على مادة 10-hydroxy-Δ2-decenoic acid، ومادة 2-heptanone . وقد أوضحت أن مركّب 10-hydroxydecenoic acid لا تطرد النحل السارح، ولكن المادة الثانية تفعل ذلك، حيث يُطرد النحل السارح بروائح الرؤوس المهشمة، وغدد الفك السفلي المهشمة، التي تحتوي على المادتين، ولكنه لا يتأثر بروائح "تهشِّم" الصدر، حيث إن رائحة 10-hydroxydecenoic acid لم تتسبب في جذب ولا طرد النحل السارح، بينما تَسَبَّب 150 ميكروجرامًا من مادة 2-heptanone في طرد النحل بقوة تعادل تأثير الرؤوس المهشمة، أو غدد الفك السفلي المهشمة لعشر نحلات من النحل السارح. وتعتمد قدرة إفرازات غدة الفك السفلي للنحلة السارحة على طرد غيرها من النحل السارح، إلى حد كبير - أو بالكامل - على احتوائها على مادة 2-heptanone. ومِن المستبعَد أن يَستخدِم النحل السارح هذا الفيرمون لتحذير النحلات الأخريات من الاقتراب من مصدر مستنفِذ بالفعل للطعام، ولكنْ إذا كان يلعب دورًا - كما ورد في بعض التقارير - في الدفاع عن المستعمرة، فقد يكون ذلك لأنّ النحل الحارس يفرزه لِصَدّ محاولات السرقة من مخازن العسل.

من دورية *Nature*، عدد 29 أكتوبر 1966

مئة عام مضت

في العشرين من أكتوبر، شُوهدت كُرَتان كبيرتان من النار. شاهد أولاهما السيد جيه. إي. كلارك، من بيورلي بمقاطعة سَري، وقُدِّر بريقها بضعف بريق كوكب الزهرة. وشاهد ثانيتهما كلٌّ من السيدة فياميتا ويلسون في توتيريدج بهيرتس، والسيد دينينج في بريستول. وقد ظهرت في صورة كرة من نار تسير ببطء في مسار، يرتفع مستواه بحوالي 8 درجات فوق الأفق الشمالي. وقد كانت كرة النار هذه على مسافة بعيدة جدًّا عن المراقِبين، ومن المحتمَل أن تكون قد مرّت من فوق الجزء الجنوبي من اسكتلندا، كما أنه من المحتمل أن تكون قد انبعثت من منبثق للشهب بالقرب من أسفل مجموعة "زيتا هرقل" Zeta Herculis في السماء الشمالية الغربية.

من دورية *Nature*، عدد 26 أكتوبر 1916



غلاف عدد 13 أكتوبر 2016
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 13 أكتوبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

تطور

جذور تطور العنف البشري القاتل

ما تزال الجذور النفسية والاجتماعية والتطورية للعنف عند الإنسان محلّ جدل، رغم أنها اجتذبت أنظار المثقفين لأكثر من ألفيّتين من الزمن. يتقدّم الباحثون بمقاربةٍ إدراكية؛ لفَهْم هذه الجذور على أساس افتراض أن العدوانيّة في الثدييات ـ ومنها الإنسان ـ لها جانب تطوري سُلالي كبير. وبتصنيف أسباب الوفاة في عيّنة شاملة من الثدييات، قَيَّم الباحثون نِسَب الوفيات بسبب العنف، وتوقَّعوا هذه القيمة في الإنسان باستخدام أدوات مقارنةٍ تطوريّة سُلالية. كانت نسبة وفيات البشر، التي تَوَقَّع الباحثون ـ من واقع التطور السلالي ـ حدوثها بسبب العنف بين الأشخاص تُعَادِل 2%. كانت هذه القيمة مماثِلة للقيمة المُسْتَدَلّ عليها من التطور السُّلالي للسلف التطوري للرئيسيّات والقِرَدة، ما يشير إلى أن مستوى معيَّنًا من العنف المميت يحدث بسبب موقع الإنسان من تاريخ تطوّر سلالات الثدييات، كما ماثلت هذه القيمة النسبة الملاحَظة في العشائر والمجموعات فيما قبل التاريخ، ما يشير إلى أن البشرية كانت في ذلك الزمن بمستوى العنف الميت نفسه الذي يتوقّعه التاريخ التطوري العام للثدييات، إلا أن مستوى العنف المميت قد تغيَّر عبر التاريخ البشري، ويمكن ربطه بالتغيّرات في التنظيم الاجتماعي والسياسي للتجمُّعات البشرية. تقدِّم الدراسة سياقًا تطوريًّا سُلاليًّا وتاريخيًّا، يمكن على أساسه مقارنة مستويات العنف المميت الملاحَظة عبر تاريخ الإنسان.

J Gómez *et al*
doi: 10.1038/nature19758

فيزياء

تعزيز الاستجابة الفليكسوكهربائية

تتمتع كل المواد العازلة بخاصية الفليكسوكهربائية، حيث تُستقطب المادة استجابةً لتدرجات التشوه، مثل تلك التي يُحْدِثها الثَّني. ورغم الاعتقاد عمومًا أنها خاصية للعوازل الكهربية الإلكترونية والحقلية، إلا أن العزل ليس شرطًا أساسيًّا، فمِن حيث المبدأ، يمكن لأشباه الموصِّلات أيضًا إعادة توزيع شحنة فراغها؛ استجابةً لتدرجات الإجهاد. ويبيِّن الباحثون أن ثني أشباه الموصلات لن يولِّد فقط استجابة شبه فليكسوكهربائية، ولكن تلك الاستجابة يمكن أيضًا أن تكون في الواقع أكبر بكثير مما كانت عليه في العوازل. ولزيادة الموصلية، قام الباحثون بإشابة البلورات الأحادية بأكاسيد من ذوات نطاق الفجوة الواسع؛ ليجدوا زيادة في معامل الفليكسوكهربي الفعال برتب أُسِّيَّة. ويمكن تفسير تلك الاستجابة الكبيرة عن طريق آلية طبقة الحاجز، التي لا تزال مهمة، حتى في المقياس الكلي، حيث تميل الفليكسوكهربائية التقليدية (العوازل) إلى أن تكون صغيرة. وتتيح النتائج إمكانية استخدام أشباه الموصلات كمكونات نشطة في تطبيقات محولات الطاقة الكهروميكانيكية.

J Narvaez *et al*
doi: 10.1038/nature19761

وراثة

مشروع "سيمونز" لتنوع الجينوم

يسجل الباحثون بيانات مشروع "سيمونز" لتنوع الجينوم: جينومات عالية الجودة من 300 فرد ينتمون إلى 142 تجمُّعًا سكّانيًّا مختلفًا. تتضمّن هذه الجينومات 5.8 مليون زوج قاعدي ـ على الأقل ـ غير حاضرة في الجينوم المرجعي للإنسان. ويكشِف تحليل الباحثين عن الخصائص الرئيسة لمشهد تباين الجينوم البشري، ومنها تسارُع معدّل تراكم الطفرات بحوالي 5% في غير الأفريقيين، مقارنةً بالأفريقيين منذ زمن التباعد. ويكشف الباحثون أن أسلاف بعض الأزواج في التجمّعات البشرية في الوقت الحاضر تفصلها عن بعضها جوهريًّا 100,000 سنة مضت، أي قبل البداية المعروفة أثريًّا للحداثة السلوكية. كذلك يكشف الباحثون أن السكان الأصليين الأستراليين، والغينيين الجدد، والأندمانيين لا ينحدر سَلَفُهم الأساسي من الانتشار المبكّر للإنسان الحديث؛ وإنما يتفق انحدارهم من الإنسان الحديث مع مجيئهم من أصول الآخرين من غير الأفريقيين.

D Reich *et al*
doi: 10.1038/nature18964

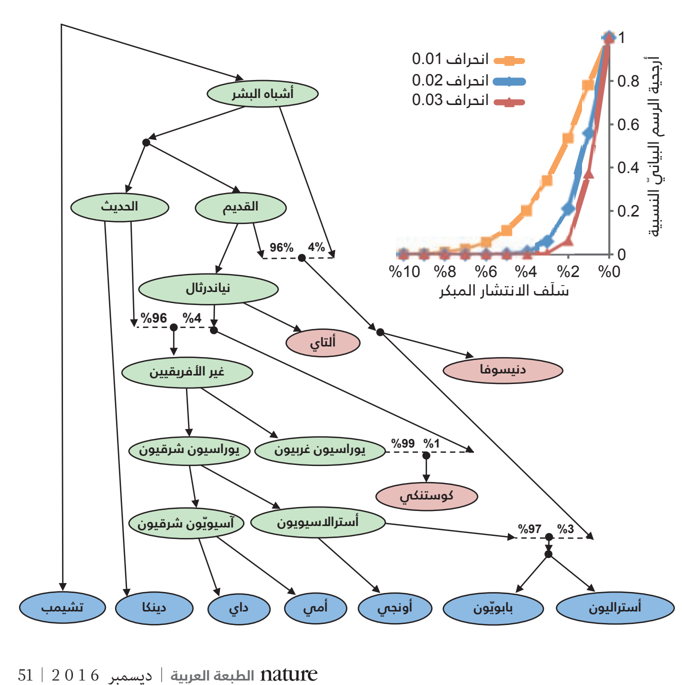
الشكل أسفله | التجمعات السكانية في العصر الحاليّ تنحدر بنسبة ضعيفة من سَلَفٍ من الإنسان الحديث خارج أفريقيا في فترة انتشارٍ مبكِّر. نموذج رسمٍ بياني لأفضل الاختلاطات تناسبًا مع بعضها للعلاقات بين الأستراليين، وسكّان غينيا الجديدة، والأندامانيين، وتجمّعات سكّانية متباينة أخرى. تظهر التجمعات السكّانية الحاضرة باللون الأزرق، والعينات القديمة بالأحمر، وبعض العُقَد السلفية المستدل عليها باللون الأزرق. تشير الخطوط المنقَّطة إلى أحداث الاختلاط، والتي تتضمن كلها بشرًا قدامى. أضيفت نتائج إضافة اختلاطات الانتشار المبكر المُعتقد بحدوثه إلى نموذج الرسم البيانيّ للافتراضات المختلفة بشأن وقت انقسام النسل المبكر. حدد الباحثون وقت الانقسام من حيث الانحراف الجينيّ فوق عُقدة "غير الأفارقة"، مع ظهور 0.01 وحدة من الانحراف في حوالي 10 آلاف سنة. تزيد أرجحيّة النموذج (التقريبيّة) مع درجة الصفر في سلف الانتشار المبكِّر، ولا تتفق مع البيانات سوى نسبة مئوية قليلة جدًا.

أحياء مجهرية

أصول وتطوُّر وباء فيروس الإيبولا

أدى انتشار وباء فيروس الإيبولا بين أعوام 2013-2016 في غرب أفريقيا بشكل غير مسبوق إلى تغيير نظرة العلماء إلى هذا الفيروس المميت، كما مهَّد هذا الانتشار الوبائي لبدء الدراسة الجزيئيّة الآنيّة للأوبئة على نطاق واسع. يكشف الباحثون عن حجم المعلومات المهمّة عن أصول فيروس الإيبولا، وتطوره، وانتشاره خلال فترة الوباء، التي قدّمتها التحليلات التطورية لتتابع جينوم الفيروس. ويقدِّم الباحثون للعلماء، وعلماء الأوبئة، والممارسون الطبِّيون، والمتجاوبون الآخرون مع الوباء فَهْمًا أفضل لاستخدام التتابع الجينومي للمُمْرِض وقيوده، وهذا سيكون ذا أهميّة قصوى في محاولات العلماء لتعقُّب الانتشارات الوبائيّة للأمراض المُعدية المستقبلية؛ والسيطرة عليها.

E Holmes *et al*
doi: 10.1038/nature19790



علم المناخ

تطوُّر درجات الحرارة حول العالم

أَثَّرت إعادة تخطيط مناخ كوكب الأرض في الماضي بشكلٍ كبير على فَهْمنا لديناميكيات النظام المناخي وحساسيته، إلا أن درجات الحرارة حول العالم لم تتم إعادة تخطيطها إلا لمساحات معزولة قليلةٍ من الزمن، كما أن إعادة التخطيط عبر الدورات الجليدية ما تزال صعبة المنال.

يقدِّم البحث إعادة تخطيط تفويضية محسوبة فراغيًّا لدرجات الحرارة حول العالم على مدار المليونَي سنة الماضية، مُقَدَّرة من خلال قاعدة بيانات متعددة التفويضات لأكثر من 20,000 إعادة تخطيط لدرجات حرارة أسطح البحار. انخفضت درجة الحرارة عالميًّا بالتدريج حتى حوالي 1.2 مليون سنة مضت، ثمّ توقَّف التبريد حتى وقتنا الحاضر. يُعْتَقَد أن التوجه نحو التبريد قد توقّف قبل بداية الانتقال إلى عصر البلايستوسين الأوسط، وأنه يسبق زمنيًّا الزيادة في الحجم الأقصى لألواح الجليد بحوالي 0.9 مليون سنة مضت. وبالتالي، يُعتقد أن التبريد العالمي كان شرطًا مسبقًا ـ وليس الآليّة المسبِّبة الوحيدة ـ للانتقال إلى الدورات الجليديّة التي دامت حوالي 100,000 عام خلال الانتقال إلى عصر البلايستوسين الأوسط. وعلى مدار 800,000 سنة ظلَّ التضخم القطبي ـ التضخّم في تغيُّر درجات الحرارة عند القطبين بالنسبة إلى التغير في درجات الحرارة عالميًّا ـ مستقرًّا بمرور الوقت، وظلّت درجات الحرارة العالمية وتركيزات غاز الدفيئة الجوّي مقترنة عبر الدورات الجليديّة. وتُقَدِّر المقارنة بين إعادة التخطيط الجديدة لدرجات الحرارة، واحتجاز الأشعة الناتج عن غازات الدفيئة، حساسية النظام الأرضي بتسع درجات مئوية (المجال من 7 إلى 13 درجة مئوية، بفاصل ثقة 95 في المائة) تغيّر في متوسط درجة حرارة السطح عالميًّا لكلّ تضاعُف لثاني أكسيد الكربون الجوي، على مقاييس زمنية ألفية. وتشير هذه النتيجة إلى أن الاستقرار في مستويات غاز الدفيئة في الوقت الحاضر قد يَفْرِض على كوكب الأرض في نهاية المطاف احترارًا كليًّا بمقدار 5 درجات مئوية (المجال من 3 إلى 7 درجات مئوية، بفاصل ثقة 95 في المائة) على مدار الألفيات القليلة القادمة، مع استمرار استجابة ألواح الجليد والحياة النباتية والغبار الجوي للاحترار العالمي.

C Snyder *et al*

doi: 10.1038/nature19798

فلك

قياس مقدار الحُفَر الصدمية على القمر

يغيِّر السقوط العشوائي للمُذَنَّبات، والكويكبات، والتكوينات الأصغر المرتبطة بها مِن حطام القمر الصخري، والأسطح الصخرية الأخرى، حيث يمثل تَراكُم الحُفَر الصدمية على مر الزمن مقياسًا أساسيًّا في تقييم الأعمار النسبية للوحدات الجيولوجية. وقد يوفِّر إحصاء الحُفَر الصدمية وأعمارها بالقياس الإشعاعي محددات لاشتقاق نموذج مطلق لأعمار الأجزاء التي لم يتم أخذ عينات منها من على سطح القمر، وغيره من أجرام النظام الشمسي. وبالرغم من أن دراسات الحفر الصدمية الموجودة وعيِّناتها التي تم إرجاعها توفِّر نظرة ثاقبة في عملية تشكيل تلك الحُفَر ومعدل إحداثها في الماضي، إلا أنه ما زالت هناك أسئلة قائمة حول المعدل الحالي لتكوُّن الحُفَر الصدمية، وتأثير بداية النفث خلال الاصطدام والتأثير الذي تُحْدِثه المقذوفات البعيدة على الحطام الصخري. استخدم الباحثون كاميرا على مسبار القمر المداري (LROC)، كاميرا ذات زاوية ضيقة (NAC)، مع التقاط أزواج من صور زمنية ('قبل وبعد')؛ لقياس المعدَّل الآنيّ؛ لإحداث حُفَر على سطح القمر؛ لكشف تفاصيل لم تكن معروفة عن النفث الناجم عن الاصطدام، وتحديد عملية الاصطدام الثانوية التي ترجّ طبقة الحطام الصخري بقوة. تعرَّف الباحثون ـ من خلال البيانات الزمنية ـ على 222 حفرة صدمية جديدة، كما عثروا على حُفَر صدمية، بزيادة مقدارها 33 في المائة (لا يقل قطرها عن عشرة أمتار)، أكثر مما كان متوقعًا من وظائف إنتاج "نيوكم" Neukum القياسية، ووظائف التسلسل الزمني للقمر. كما حدد الباحثون مناطق انعكاس واسعة مرتبطة بالحُفَر الجديدة؛ فُسِّرَت على أنها دليل على وجود عملية نفث مقيدة بالسطح. ولاحظ الباحثون أيضًا عملية إحداث الحفر الصدمية الثانوية، التي يُعتقد أنها تؤثر بشدة على أعلى سنتيمترين من طبقة الركام الصخري خلال مقياس زمني من 81,000 سنة، أي أسرع بمائة مرة من النماذج السابقة المقدَّرة من خلال الآثار النيزكية (عشرة ملايين سنة).

E Speyerer *et al*

doi: 10.1038/nature19829



غلاف عدد 20 أكتوبر 2016

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 20 أكتوبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

أحياء خلوية

الخلايا الجذعية تجدد قلوب الرئيسيات

تُشَكِّل الخلايا الجذعيّة متعددة الفاعلية المُحَفَّزة (iPSCs) مصدرًا محتملًا للخلايا العضليّة القلبيّة، خاصّة للمريض، بغرض الإصلاح القلبيّ، ما يوفِّر نقطة تفوُّق كبيرة على المصادر الأخرى للخلايا في مواجهة الرفض المناعيّ. إلا أن الزرع الذاتي يواجه تحدّيات كبيرة في تصنيعه وتنظيمه. ورغم أن الزرع المثليّ الموائم لمُعَقّد التوافق النسيجيّ الرئيس (MHC) يمثِّل استراتيجيّة بديلة واعدة، إلا أنه لم تُجْرَ الكثير من الدراسات المناعيّة على iPSCs. وهنا، يصف الباحثون نموذجًا للزرع المثليّ أُجْرِيَ باستخدام القرد المكاك آكِل السرطان (*Macaca fascicularis*)، الذي تُطَابِق بنية MHC فيه البنية الموجودة في البشر. تمّ توليد iPSCs مشتقة من خلايا ليفيّة من حيوانٍ متماثل اللاقحة، ذي MHC فرديّ النمط (HT4)، وتمايزت بعدها إلى خلايا عضليّة قلبيّة (iPSC-CMs). وتمّ تعريض خمسة قرود متماثلة اللاقحة HT4 لاحتشاء عضلة القلب، متبوعًا بحقنٍ مباشر داخل عضلة القلب لـiPSC-CMs. ولُوحظ أنّ رقعة الخلايا العضليّة القلبيّة ظلّت حيّة لمدة 12 أسبوعًا، دون إشارة إلى أي رفضٍ مناعيّ في القرود المعالَجة بجرعات مناسبة إكلينيكيًّا من الميثيل بردنيزولون، والتاكروليمس، كما أظهرت اقترانًا كهربيًّا بالخلايا العضلية القلبيّة المضيفة، كما اتضح من استخدام مؤشر الكالسيوم الفلوري G-CaMP7.09. وإضافةً إلى ذلك، فقد حَسَّن زرع iPSCCMs من الوظيفة الانقباضيّة القلبيّة بعد 4 أسابيع، و12 أسبوعًا بعد الزرع؛ إلا أن نسبة حدوث تسرُّع القلب البطيني ازدادت بشكلٍ عابر، لكنْ ملحوظ، مقارنةً بالضوابط المحكومة بالنواقل. وإجمالًا، تكشِف البيانات التي حصل عليها الباحثون أن زرع IPSC-CM كافٍ لتجديد قلوب الرئيسيات غير البشرية المصابة بالاحتشاء؛ إلا أنه يلزم إجراء المزيد من البحث؛ لضبط الاضطرابات القلبية بعد الزرع.

Y Shiba *et al*

doi: 10.1038/nature19815

فيزياء فلكية

مصدرين فائقي التوهج في تجمعات كروية

عُثِرَ على مصدر أشعة سينية متوهج بالقرب من المجرّة "إن جي سي 4697"؛ حيث شُوهد توهُّجان قصيران، تفصل بينهما أربع سنوات. وخلال كل توهُّج، ازداد التدفق بمعامل 90 على مقياس زمني، مدته دقيقة واحدة تقريبًا. ولا يوجد أي مصدر ضوئي مقترن في موقع التوهجين، ولكنْ إذا كان المصدر على مسافة المجرّة "إن جي سي 4697"؛ كانت درجة سطوع التوهجين أكبر من 10^{39} إرج في الثانية. يسجِّل الباحثون في هذه الدراسة نتائج البحث عن بيانات أرشيفية عن تسجيل أشعة سينية لسبعين مجرّة قريبة للعثور على توهجات مماثلة. وقد عثر الباحثون على مصدرين متوهجين بسطوع فائق في تجمُّعات كروية، أو بالأحرى رفيقين قزمين فائقَي الصغر، تابِعَين لمجرّات إهليلجية؛ حيث وصل توهُّج أحد المصدرين ذات مرة إلى ذروة سطوع تُقَدَّر بـ9×10^{40} إرج في الثانية، بينما توهج الآخر خمس مرات؛ ليصل إلى 10^{40} إرج في الثانية. وقد كان زمن الوصول إلى حالة السطوع في حالة جميع التوهجات أقل من دقيقة، ثم اضمحلت التوهُّجات خلال فترة امتدت لحوالي ساعة. وحين لا تكون في حالة توهج، تبدو تلك المصادر نجومًا نيوترونية ملتحمة عادية، أو ثنائيات أشعة سينية ذات ثقوب سوداء، ولكنها تقع في تجمُّعات نجمية قديمة، على عكس النجوم المغناطيسية، وهي نجوم نابضة بالأشعة السينية غريبة الشكل، أو مردّدات جاما الضعيفة، التي تتميز بتوهجات متكررة بدرجات سطوع متشابهة.

J Irwin *et al*

doi: 10.1038/nature19822

علم الأحياء الحاسوبي

تصميم وتركيب الببتيدات المقيّدة

للببتيدات النشطة دوائيًّا والمقيّدة بروابط تساهميّة في العموم أشكال تطورت؛ لتلائم بدقة جيوب الربط على أسطح أهدافها. قد تكون لتلك الببتيدات خواص دوائية ممتازة، تجمع بين استقرار العقاقير صغيرة الجزيئات ذات القدرة على اختراق الأنسجة، وتخصص العلاجات البروتينية الأكبر حجمًا. إن التمكّن من تصميم ببتيدات مُقَيَّدة ذات بِنَى ثلاثيّة مُحَدَّدة بدقّة سيتيح تصميم مُثَبِّطات متكاملة شكليًّا مع الأهداف العشوائية. في هذا البحث يصف الباحثون تطوير وسائل حسابيّة؛ من أجل تصميمات جديدة ودقيقة لببتيدات مُقَيَّدة الهيئة، واستخدام هذه الوسائل لتصميم 18-47 ببتيدًا راسيًا مرتبطًا بمركّب ثنائي السلفيد، منها مجموعة ثانوية متغايرة مرآتيًّا، أو لها أساس حلقي مكوَّن من روابط بين ذرات النيتروجين والكربون، أو تتسم بالصفتين معًا. إن الببتيدات القابلة للتشفير الجينيّ والببتيدات غير المتعارف عليها تتمتع بدرجة مدهشة من الثبات أمام محاولات تغيير طبيعتها وشكلها حراريًّا، أو كيميائيًّا، كما أن 12 بنية تم تحديدها اختباريًّا بواسطة الأشعة السينيّة والرنين المغناطيسيّ تتطابق تقريبًا مع نماذج التصميم الحسابيّ. وتضع وسائل التصميم الحسابيّ والسقالات المستقرّة التي يقدِّمها الباحثون الأساس لتطوير جيلٍ جديد من العقاقير المبنية على الببتيدات.

G Bhardwaj *et al*

doi: 10.1038/nature19791

وراثة

تطور الجينوم في *Xenopus laevis*

بغرض استكشاف أصول وتتابع الرباعية الصِبغية في ضفدع القيطم الأفريقي، استخرج الباحثون التتابع الجينومي لنوع القيطم الأفريقي *Xenopus laevis*، وقارنوه بجينوم *X. tropicalis* ثنائي الصبغيات المُشابِه له. ووصف الباحثون الأصل رباعي الصبغيات الخلطية لضفدع *X. laevis* بتقسيم الجينوم إلى جينومين فرعيين متجانسين، مُؤَشَّرَيْن بعائلتين مختلفتين من العناصر "الأحفورية" القابلة للتبادل. وعلى أساس نشاط هذه العناصر، وعُمْر المئات من المُوَرِّثات الكاذبة الوحدويّة، قَدَّر الباحثون أن أنواع الأسلاف ثنائيّة الصبغيّات قد تشعَّبت قبل حوالي 34 مليون سنة، واندمجت لتُشَكِّل رباعيّ صبغيّات خلطيّة قبل حوالي 18-17 مليون سنة، وقد حُفِظَ أكثر من 56% من كلّ الجينات في نسختين متجانستين. وترتبط كُلٌّ من وظيفة البروتين، والتعبير الجيني، وكمية المتواليات المُجانِحَة المحفوظة بمعدّلات الحِفظ. وتطوَّر الجينومان الفرعيان بشكلٍ غير متماثل، بحيث تحافظ صيغة صبغية واحدة على الحالة السلفية، وتعاني الأخرى من المزيد من فقدان الجينات، وحذفها، وإعادة ترتيبها، ومِن نقص التعبير الجيني.

A Session *et al*

doi: 10.1038/nature19840

i

XTR1 XLA1L XLA1S XTR2 XLA2L XLA2S XTR3 XLA3L XLA3S

XTR4 XLA4L XLA4S XTR5 XLA5L XLA5S XTR6 XLA6L XLA6S

XTR10

XTR7 XLA7L XLA7S XTR8 XLA8L XLA8S XTR9 XLA 9_10L XLA 9_10S

[cDNA-FISH]

محفوظ على كل من S وL

مجموعة أحاديّة على L

مجموعة أحادية على S

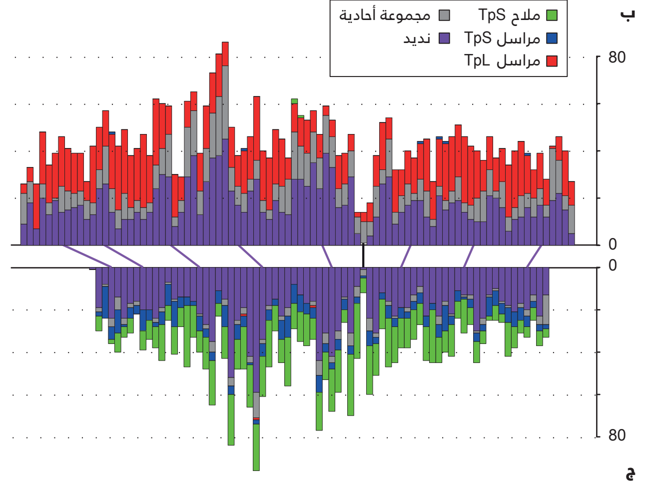
actr3 & *lypd1* (XTR9q)

rpl13a & *rps11* (XTR10q)

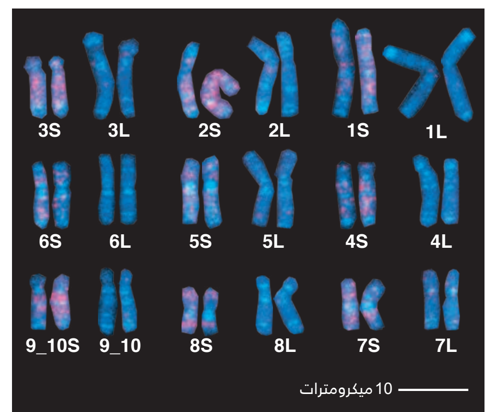
[BAC-FISH]

متجانس بين S وL

منطقة مقلوبة



ج



الشكل أسفله | تطور الصبغيات في نوع Xenopus. أ: خريطة صبغيّات مُقارنة لنوعيْ XLA (*Xenopus laevis*) و XTR (*Xenopus tropicalis*). تظهر الخطوط الأرجوانيّة علاقات المواقع الصبغيَّة لـ198 زوجًا جينيًا متجانسًا بين صبغيّات XLA.L و XLA.S، يحددها رسم الخريطة بالتهجين الموضعيّ المتألق FISH باستخدام نسائل الصبغ الصنعي البكتيري BAC. تظهر الخطوط الزرقاء علاقات المواقع الصبغيّة للجينات مُوَحَّدة الأصل بين صبغيّات XTR و(I) كلٍّ من صبغيات XLA.L و XLA.S (الخط المتصل) (الخطوط بين XLA.L و XLA.S مُهْمَلَة)، أو (ii) XLA.L فقط (الخط المتقطع) أو (iii) XLA.S فقط (الخط المنقّط)، والمأخوذة من الدراسات السابقة للباحثين. تشير الخطوط الزرقاء الباهتة إلى العلاقات الموقعيِّة لـ*actr3* و*lypd1* على XTR9q و*rpl13a* و*rps11* على XTR10q مع الجينات على صبغيّات XLA9_10LS. الأسهم مزدوجة الرؤوس على يمين صبغيّات XLA.S تشير إلى المناطق الصبغيّة التي حدثت فيها الانقلابات. أخذت الأشكال الرمزية لصبغيات XTR و XLA من التقارير السابقة للباحثين. **ب:** توزيع الجينات المتجانسة (بنفسجي) والمجموعات الأحادية (رمادي) والتكرارات خاصة الجينوم الفرعي في XLA1L (أعلى) و XLA1S (أسفل). Xl-TpL_hard أحمر، وXl-TpS_harb أزرق، وXl-TpS_marg أخضر. تشير الخطوط البنفسجية إلى الجينات المتجانسة الموجودة في صبغيّات L وS، ويشير الخط الأسود إلى الموقع التقريبي للجسيم المركزيّ على كلّ صِبغ. أزواج الجينات المتجانسة من اليسار إلى اليمين: *rnf4, spcs3, intsl2, foxa1, sds, ap3s1, lifr, aqp7* . يبلغ حجم كل خانة 3 ميجابايت، مع تراكب 0.5 ميجابايت مع الخانة السابقة لها. **ج:** التموضع الصبغي لتتابع Xl-TpS_mar بالتهجين المتألق في الموقع. لوحظت إشارات التهجين فقط على صبغيات S. شريط المقياس: 10 ميكرومتر.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جينوم السرطان

نموذج مُجدَّد لتطوّر سرطان البنكرياس

يمثل سرطان البنكرياس ـ وهو نوع من الأورام شديدة العدوانيّة، التي يصعب دائمًا التنبؤ بها ـ الرأي التقليديّ الخاص بالنموّ التدريجيّ للسرطان. يطرح النموذج الحاليّ لتكوّن الورم ـ المبنِيّ على تحليلات الآفات الأولية، التي تُسمى آفات ورم داخل الظهارة البنكرياسيّة (PanINs) ـ توقّعين: الأول هو أن سرطان البنكرياس ينمو من خلال تتابع محدد من التبادلات الجينيّة (*KRAS* يليه *CDKN2A*، ثم *TP53* و *SMAD4*)؛ والثاني أن المسار التطوّري لسرطان البنكرياس هو مسار تدريجيّ، لأن كلّ تبادل يحدث بشكلٍ مستقلّ. ومن عيوب هذا النموذج أنٍ الآفات الأولية المتمددة نسيليًّا لا تنتمي دائمًا إلى سلالة الورم، ما يشير إلى أن المسار التطوريّ لسلالة الورم وللآفات الأولية قد يكون متشعِّبًا. وقد أسهم هذا النموذج السائد لتكوُّن الورم في تبلور الرأي الإكلينيكي القائل إن سرطان البنكرياس يتطوّر ببطء، وتظهر آثاره في مرحلة متأخرة، إلا أن نزوع هذا المرض إلى الانتشار السريع، وعدم قدرة المعالِجين على تحسين نواتج العلاج للمرضى ـ رغم الجهود المبذولة للاكتشاف المبكّر له ـ تشيران إلى أن تطوره لا يحدث بشكل تدريجي. لذا، باستخدام أدوات معلوماتيّة مطوّرة حديثًا، تتبَّع الباحثون التغيّرات في عدد نسخ الحمض النوويّ، وإعادة الترتيب المصاحبة لها في الجينومات الغنية بالعوامل الورمية؛ ووجدوا أن تكوُّن سرطان البنكرياس لا يحدث تدريجيًّا، ولا يتبع الترتيب المقبول للتطفُّر. وتحمل ثلثا الأورام أنماط إعادة ترتيب معقّدة، مرتبطة بأخطاء في الانقسام الميتوزيّ، تتفق مع التوازن المتقطّع، باعتباره المسار التطوّري الأساسي. وفي مجموعة فرعيّة من الحالات، كانت نتيجة مثل هذه الأخطاء التعطّل المتزامن ـ لا المتتابِع ـ للدوافع الجينيّة قبل الورميّة المتعارف عليها، التي يُرَجَّح إطلاقها للنموّ الاجتياحي للسرطان. وتُعارِض هذه النتائج النموذج الحاليّ لتطوُّر سرطان البنكرياس، كما تقدِّم رؤى واضحة لعمليّات التطفُّر التي تتسبب في نشوء هذه الأورام العدوانيّة.

F Notta *et al*

doi: 10.1038/nature19823

فوتونات فائقة السرعة

قياسات إلكترونية متعددة البيتاهرتز

يحدِّد تردد التيارات الكهربائية المرتبط بحاملات الشحنة التي تتحرك في النطاقات الإلكترونية للمواد الصلبة الحدَّ الأقصى لسرعة الإلكترونيات، ومن ثم سرعة معالجة المعلومات والإشارات. ويَعِدُ استخدام المجالات الضوئية لدفع الإلكترونات بإمكانية الوصول إلى ترددات أعلى بكثير من تلك المستخدَمة بشكل تقليدي، حيث يمكن حث التيارات الكهربائية والتحكم فيها على مقياس زمني أسرع من المقياس الزمني لتغيُّر الطور الكَمِّي لحاملات الشحنة في المواد الصلبة. يشكِّل هذا أساس إلكترونيات التيراهرتز (10^{12} هرتز) في الشبكات الفائقة الاصطناعية، كما أنه أتاح إمكانية ابتكار مفاتيح معتمِدة على الضوء، ومعاينة تيارات يمتد تردُّدها ليصل إلى بضع مئات من التيراهرتز. ويشرح الباحثون في هذه الدراسة توسيع نطاق تقنية القياس الإلكتروني؛ لتشمل المدى الترددي متعدد البيتاهرتز (10^{15} هرتز). ولدفع حركة الإلكترون داخل كتلة ثاني أكسيد السيليكون، استخدم الباحثون مجالات ضوئية مكثفة أحادية الدورة (حوالي فولت لكل أنجستروم)، ثم قاموا بفحص ديناميكية الإلكترون، من خلال استخدام مخطط أتوثانية (10^{-18} ثانية)؛ لوضع خريطة للبِنْيَة الزمنية للتذبذبات فوق البنفسجية القصوى المعزولة الناشئة بزمن أتوثانية، ومحرّكها الضوئي. تؤسس هذه البيانات رابطًا قويًّا بين انبعاث الإشعاعات فوق البنفسجية القصوى، والتيارات الكهربائية متسقة الطور، المستحثة بالضوء داخل النطاق، التي يمتد ترددها ليصل إلى حوالي ثمانية بيتاهرتز؛ كما تتيح إمكانية الوصول إلى التوصيل غير الخطي الديناميكي لثاني أكسيد السيليكون. كما أن الفحص المباشر للشكل الموجي للتيارات ـ وحصره، والسيطرة عليه ـ ضمن النطاق داخل المواد الصلبة على مقياس زمني من الأتوثانية يؤسس لطريقة تتيح تحويل الإلكترونيات متسقة الطور متعددة البيتاهرتز إلى حقيقة. ويتوقع الباحثون أن تتيح هذه التقنية إمكانية ابتكار طرق جديدة؛ لاستكشاف التفاعل بين ديناميكيات الإلكترونات، وبنية المواد المكثفة على المستوى الذري.

M Garg *et al*

doi: 10.1038/nature19821

غلاف عدد 27 أكتوبر 2016

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 27 أكتوبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

سرطان

التنظيم الجيني أثناء نمو الدماغ البشري

تنظِّم التفاعلات الفيزيائية ثلاثية الأبعاد داخل الكروموسومات التعبير الجيني تنظيمًا ديناميكيًّا بأسلوب محدد لكل نسيج، غير أن هذا التنظيم ثلاثي الأبعاد للكروموسومات أثناء نمو الدماغ البشري ودوره في تنظيم شبكات الجينات التي تتعرض للخلل في حالة الإصابة باضطرابات النمو العصبي ـ مثل التوحُّد، والفصام ـ لا يزال غير معروف. وفي هذه الدراسة، يقوم الباحثون برسم خرائط ثلاثية الأبعاد، عالية الدقة، لنقاط تلامس الكروماتين أثناء تَكَوُّن القشرة الدماغية في الإنسان، مما يتيح تفسيرًا واسع النطاق للعلاقات التنظيمية التي لم يسبق وصفها، أو تمييزها، المرتبطة بتطور إدراك الإنسان، والأمراض. وتحدِّد التحليلات التي يقدمها الباحثون مئات الجينات التي تتفاعل فيزيائيًّا مع المُعَزِّزات التي اكتسبتها السلالة البشرية، والتي يخضع الكثير منها للانتخاب التطهيري (ويُعرف أيضًا باسم الانتخاب السلبي)، وترتبط بالوظائف الإدراكية في الإنسان. أدمج الباحثون نقاط تلامس الكروماتين مع المتغيرات غير المشفرة التي تم تحديدها في دراسات الربط الجينومية (GWAS) للفصام، مع تسليط الضوء على العديد من الجينات، والمسارات المرشحة للتسبُّب في الإصابة بالفصام، ومنها عوامل النسخ المشارِكة في تَخَلُّق النسيج العصبي، وجزيئات التأشير الكوليني، التي يدعم الكثير منها مواضع السمات الكمية للتعبير المستقل، وتحليلات التعبير الجيني. ويشير تحرير الجينوم في الأسلاف العصبية في الإنسان إلى أن واحدًا من هذه المواضع البعيدة لدراسات الربط الجينومية في الفصام هو الذي ينظِّم التعبير عن جين *FOXG1*، وهو ما يؤيد دوره المحتمل كجين متسبِّب في الفصام. ويقدم هذا البحث إطارًا لفهم تأثير العناصر التنظيمية غير المشفرة على نمو الدماغ البشري، وتطوُّر الإدراك، ويسلط الضوء على آليات جديدة كامنة وراء الاضطرابات النفسية العصبية.

H Won *et al*

doi: 10.1038/nature19847

علاج السرطان

بروتين MCL1 علاج محتمل للسرطان

إن تفادي الموت الخلوي المبرمج أمر شديد الأهمية لتطوّر الأورام واستمرار نموّها. ففي كثير من أنواع السرطان، يتمّ التعبير بإفراط عن بروتين ابيضاض الخلايا النقوية 1 (ويُسمى اختصارًا MCL1) الداعم للبقاء، إلا أن تطوير جزيئات صغيرة تستهدف هذا البروتين، وتكون قابلة للاستخدام في الاختبارات الإكلينيكية ظلّ أمرًا صعبًا. ويصف الباحثون هنا جزيء S63845 الصغير، الذي يرتبط تحديدًا ـ وبأُلْفَةٍ عالية ـ بالتجويف الرابط لـBH3 في بروتين MCL1. وكشفت الدراسات الآليّة التي قام بها الباحثون عن أن S63845 يقتل الخلايا السرطانية المعتمِدة على بروتين MCL1 بفعالية، ومن ضمنها خلايا الأورام النقوية المتعددة، وسرطان الدم، والأورام الليمفاويّة، وذلك عن طريق تنشيط مسار الموت الخلوي المبرمج الخاص بالميتوكوندريا، والمعتمد على BAX/ BAK. ولُوحِظ أنّ في الجسم الحيّ يُظْهِر S63845 نشاطًا قويًّا مضادًّا للأورام، مع هامش أمان مقبول، بصفته فاعِلًا منفردًا في عدة أنواع من السرطان. وإضافةً إلى ذلك، ثبت أن تثبيط بروتين MCL1، سواءً بشكل منفرد، أم مع تعاطي عقاقير أخرى مضادة للسرطان، طريقٌ فعّال ضد عدة سلالات خلوية مشتقة من سرطانات صلبة. ولذا فإن هذه النتائج تلفت الأنظار نحو بروتين MCL1، كهدفٍ لعلاج مجموعة كبيرة من الأورام.

A Kotschy *et al*

doi: 10.1038/nature19830

خوارزميات

حوسبة هجينة بواسطة شبكة عصبية

تتفوق الشبكات العصبية الاصطناعية تفوقًا ملحوظًا في المعالجة الحسية، والتعلُّم التسلسلي، وكذا التعلم التعزيزي، غير أن قدرتها محدودة على تمثيل المتغيرات، وهياكل البيانات، وتخزين البيانات على مدار فترات زمنية طويلة، وذلك بسبب عدم وجود ذاكرة خارجية. ويقدِّم الباحثون في هذا البحث نموذج تعلُّم آلي، يُسمى حاسوبًا عصبيًّا تفاضليًّا (DNC)، يتكون من شبكة عصبية يمكنها القراءة من مصفوفة ذاكرة خارجية، مشابهة لذاكرة الوصول العشوائي في الحاسوب التقليدي، والكتابة فيها. وعلى غرار الحاسوب التقليدي، يستطيع هذا الحاسوب استخدام ذاكرته لتمثيل هياكل بيانات معقدة، والتحكم فيها، ولكنْ على غرار أي شبكة عصبية، يمكنه أن يتعلم كيفية القيام بذلك من البيانات. ويوضح هذا البحث أنه عندما يتم تدريب الحاسوب العصبي التفاضلي بأسلوب التعلُّم المراقب، فإنه يستطيع الإجابة بنجاح على أسئلة تركيبية مصمَّمة لمحاكاة مسائل المنطق والاستدلال في اللغة الطبيعية. ويوضح الباحثون أيضًا إمكانية أن يتعلم بعض المهام، مثل العثور على أقصر مسار بين نقاط محددة، واستنتاج العلاقات المفقودة في رسوم بيانية تم إنشاؤها بشكل عشوائي، ثم تعميم هذه المهام على رسوم بيانية محددة، مثل شبكات وسائل النقل، وأشجار العائلات. وعند تدريب الحاسوب العصبي التفاضلي بأسلوب التعلُّم التعزيزي، فإنه يستطيع حل لغز الكتل المتحركة، الذي يتم فيه تحديد الأهداف المتغيرة، عن طريق متواليات من الرموز. وتُظْهِر خلاصة نتائج هذا البحث أن الحواسيب العصبية التفاضلية لديها القدرة على التعامل بنجاح مع المهام المعقدة والهيكلية، التي لا يمكن للشبكات العصبية التعامل معها بدون ذاكرة خارجية للقراءة والكتابة.

A Graves *et al*

doi: 10.1038/nature20101

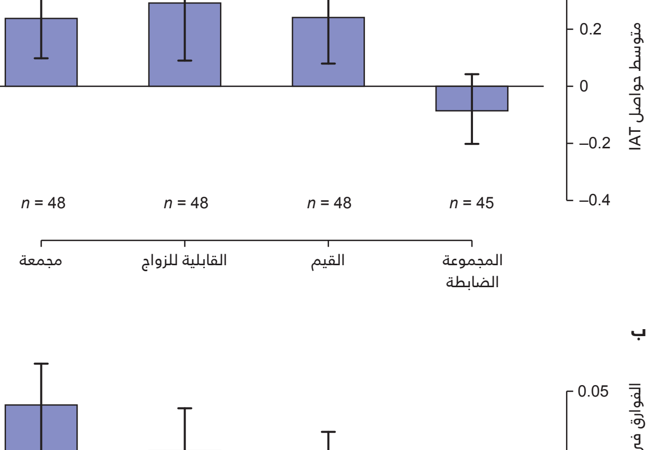
علم الاجتماع

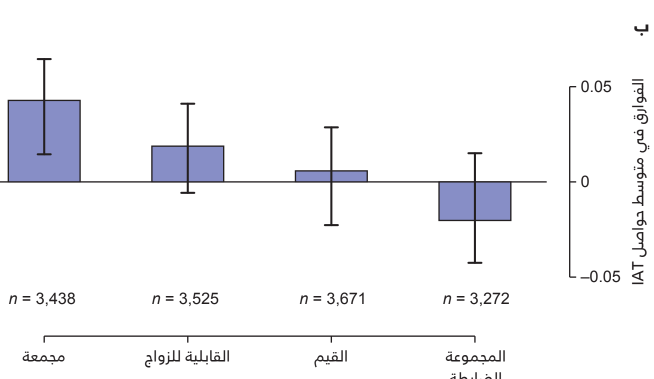
تغيير المواقف تجاه ختان الإناث

على قدر ما تُقَرِّب العولمة أصحاب المواقف الثقافيّة المتعارِضة من بعضهم البعض، على قدر ما تنشئ خلافات ثقافيّة أكثر. إننا لا نعرف الكثير عن كيفيّة تهدئة الخلافات، وكيف يمكن للخلافات التي تحدث أن تشكل التطوّر الثقافيّ للمجموعات أطراف الخلاف. وتُعَدّ عادة تشويه الأعضاء التناسليّة للإناث مثالًا بارزًا لذلك، حيث ظلّت الحكومات والوكالات الدوليّة تروِّج للتخلي عن تلك العادة لعدة عقود، إلا أنها ظلت واسعة الانتشار، وصاحَبَتْها مخاطر صحيّة لملايين الفتيات والسيّدات. وفي جهودها للقضاء على هذه العادة، كانت الوكالات الدوليّة ترى أنها عادةٌ منتشرة ومترسّخة، وهو ما يدل على أن هناك حاجة ملحة إلى إبراز قِيَم وتطلّعات من خارج الثقافة المحليّة. قد يرى أفراد المجتمع المستهدَف أن مثل هذه التدخلات لإيقاف العادة هي تطفّلٌ غير مُرَحَّب به، وأحيانًا ما تسبَّبَت الحملات التي تروِّج للتخلي عنها في استثارة ردود أفعال عنيفة، أثناء كفاحها لتوفيق القبول الثقافيّ للاقتناع بأن تشويه الأعضاء ينتهك الحقوق الإنسانية الدوليّة، بيد أن تلك العادة ليست بالضرورة منتشرة ومترسخة محليًّا فقط. فقد قام الباحثون بتصميم تجارب حول التغيير الثقافيّ، كشفت عن وجود مواقف متعارضة داخل المجتمعات التي تمارس تلك العادة. وأنتج الباحثون أربعة أفلام ممتعة، كانت بمثابة أدوات معالجة اختباريّة لاختبارين أُقِيمَا في السودان، كما صمموا اختبار ربطٍ ضمنيّ؛ بغرض مراقبة المواقف تجاه عادة تشويه الأعضاء، لكنْ بشكل غير تطفلي. ابتعدَتْ الأفلام عن تصوير أن تلك العادة منتشرة محليًّا، وذلك عن طريق التصوير التمثيلي لأفراد عائلة كبيرة أثناء مواجهة بعضهم بعضًا بوجهات نظرٍ مختلفة فيما إذا كان على الأسرة الاستمرار في ممارستها، أم لا. لقد حَسَّنَت الأفلام بشكلٍ كبير من مواقف الناس تجاه الفتيات اللاتي لم يُمَارَس عليهن الأمر، وكان لأحد الأفلام تحديدًا أثر أكثر استمراريّة نسبيًّا عن بقية الأفلام. ومن ثم، تكشف هذه النتائج أن استخدام وسائل الترفيه للتصوير التمثيلي لوجهات النظر المتعارِضة محليًّا بإمكانه وضْع أساسٍ لتطوُّر ثقافيّ واقعيّ، من دون إبراز انقسامات ثقافيّة.

S Vogt *et al*

doi: 10.1038/nature20100





الشكل أسفله | آثار المعالجة لحواصل الربط الضمنيّ غير المُنسقة. تُشير الحواصل الأكبر إلى مواقف إيجابيّة نسبيًا تجاه الفتيات اللاتي لم تمارس عليهن عادة تشويه الأعضاء التناسلية. **أ**: التجربة 1: متوسط حواصل اختبار الربط الضمنيّ (IAT) حسب القياسات التي تمت بعد مشاهدة الأفلام مباشرة (جدول البيانات الموسّعة رقم 1). تُظهر أعمدة الخطأ 95% فواصل ثقة ممهد لها ومجمّعة في 40 مجموعة شاهدت الفيلم، تكوّنت كلّ مجموعة من ثلاثة إلى خمسة أفراد شاهدوا فيلمًا واحدًا معًا. يفسّر هذا التجميع مسألة الاتكاليّة بسبب التفاعلات الاجتماعيّة أثناء مشاهدة الأفلام. جُمعت البيانات من 189 مشارِكًا مُخْتَارًا عشوائيًّا ومُعَيَّنًا عشوائيًا أيضًا للمعلاجات. تشير قيم n إلى عدد الحواصل المُلاحظة حسب المعالجة المستخدمة، والتي سجّل فيها الباحثون حاصًلا واحدًا لكلّ مُشارك. **ب**: التجربة 2: متوسط حواصل IAT من جمع بيانات المتابعة، بعد حوالي أسبوع واحد من مشاهدة الأفلام، ناقص متوسط الحواصل من جمع بيانات الأساس. تظهر أعمدة الخطأ 95% فواصل ثقة ممهد لها ومُجَمّعة في 88 مجموعة من مجتمعات مُعيَّنة عشوائيًا للمعالجات. جُمِعَت البيانات من 7729 مشاركًا مُخْتَارًا عشوائيًا من 122 مجتمعًا. وجُمِعَت هذه المجتمعات - بناءً على التقارب الجغرافيّ - في الـ88 مجموعةً المعيّنين للمعالجات. تشير قيم n إلى عدد الحواصل المُلاحظة حسب المعالجة المستخدمة، والتي سجّل فيها الباحثون إما حاصلًا واحدًا (الأساس أو المتابعة) أو حاصلين اثنين (الأساس والمتابعة) لكلّ مشارك (المعلومات التكميليّة قسم 4). أنتجت تقديرات التغير في المعدل (المعلومات التكميليّة قسم 4) بشكلٍ متناسق آثارًا واضحة للمعالجة المجمّعة لنسبة 10.1-11.3 % من الانحراف المعياريّ في حواصل D (جداول البيانات الموسّعة رقم 2 و3 و6 و7).

فلك

نشأة القمر باصطدام عالي الطاقة

يملك نظام الأرض والقمر ميزات نظائرية وكيميائية فريدة، مقارنةً بباقي التكوينات الكوكبية الأخرى. ولذا فإنّ أي نموذج ناجح لأصل هذا النظام لا بد أن يحقق هذه الصفات الكيميائية والنظائرية. يُستنفد القمر بشكل كبير من العناصر المتطايرة، مثل البوتاسيوم، مقارنةً بالأرض، ومعظم تكوينات المجموعة الشمسية، وكان يُعتقد منذ وقت طويل أن ذلك نتيجة لواقعة انفصال القمر، نتيجة تَصادُم كارثي هائل. كان من المتوقع أن تكون الأجرام مستنزفة العناصر المتطايرة ـ مثل القمر ـ قد أثريت بنظائر البوتاسيوم الثقيلة خلال فقدان المواد المتطايرة، لكن هذا الإثراء لم يتم العثور عليه. يستعرض الباحثون بيانات جديدة عالية الدقة لنظائر البوتاسيوم في الأرض، والقمر، ونيازك الكوندريت الصخرية. وقد وجدوا أن الصخور

القمرية قد أثريت بشكل ملحوظ (>2 σ) بنظائر البوتاسيوم الثقيلة، مقارنةً بتلك الموجودة في الأرض، ونيازك الكوندريت (بحوالي 0.4 جزء في الألف). ربما يكون أفضل تفسير لسبب إثراء نظائر البوتاسيوم الثقيلة في الصخور القمرية ـ مقارنةً بالأرض، ونيازك الكوندريت ـ هو نتيجة التكثيف غير المكتمل لمعظم سيليكات بخار الأرض عند ضغط محيطي أعلى من 10 وحدات (بار). ومن ثم، استخدموا هذين القيدين المقترنين بالخسارة الكيميائية، وتجزئة نظائر البوتاسيوم؛ للمقارنة بين نموذجين ديناميكيين حديثين، كانا يُستخدَمان لشرح مطابقة تكوين النظائر غير المعتمدة على الكتلة للأرض والقمر. وأشار الباحثون إلى أن النتائج السابقة غير متوافقة مع نتائج نظائر البوتاسيوم ونموذج اتزان القرص منخفض الطاقة، ولكنها تدعم نموذج الاصطدام الضخم ذي الطاقة والزخم الزاوي الهائلَين في تفسير نشأة القمر. ويمكن أيضًا أن تُستخدم بيانات نظير البوتاسيوم عالية الدقة كـ"بارومتر زمني"؛ للكشف عن الظروف المادية خلال حَدَث نشأة القمر.

K Wang *et al*

doi: 10.1038/nature19341

عناصر فائقة الثقل

تحديد الخواص الكيميائية للنوبليوم

شَكَّل التحليل الطيفي الضوئي للنظائر البدائية الأساس لفَهْم البِنْيَة الذَّرِّيَّة لعناصرها، حيث أُجريت دراسات كهذه على معظم العناصر، كما يمكن إجراء النمذجة النظرية بدقة بالغة، مع الأخذ في الاعتبار الآثار النسبية التي تتدرج، كمربع العدد الذري تقريبًا. أمَّا عناصر ما بعد الفيرميوم (عناصر ذات عدد ذري أكبر من 100)، فتركيبها الذري غير معروف تجريبيًّا، حيث يتم إنتاج هذه العناصر المشعَّة في تفاعلات الاندماج النووي عند معدلات لا تتعدى القليل من الذرات في الثانية، كما تجب دراستها مباشرة بعد إنتاجها، وهو ما حال حتى الآن دون التحليل الطيفي الضوئي لها. يقدِّم الباحثون التحليل الطيفي للتأين الرنيني بالليزر لعنصر النوبليوم (رقم العدد الذري له 102) بأعداد تبلغ ذَرَّة واحدة في المرة، وحَدَّدوا من خلاله انتقال الحالة. ومن خلال الجمع بين هذه النتيجة مع البيانات من سلسلة "ريدبيرج" التي تمت ملاحظتها، حصل الباحثون على الحد الأعلى لجهد تأيُّن النوبليوم. ولا يمكن بلوغ هذه النتائج الدقيقة من استثارة إلكترونات الأغلفة الخارجية مباشرة بالليزر باستخدام أحدث حسابات مسألة الجسيمات المتعددة النسبية، التي تشمل الآثار الكهروديناميكية الكمية، بسبب أوجه عدم اليقين الكبيرة في طاقات الانتقال المنمذجة للنظم المعقدة قيد الدراسة. إنّ هذا البحث يفتح الباب لقياسات عالية الدقة لمختلف الخواص الذَّرِّيَّة والنووية لعناصر أثقل من النوبليوم، كما يحفِّز المزيد من الأبحاث النظرية مستقبلًا.

M Laatiaoui *et al*

doi: 10.1038/nature19345

غلاف عدد 3 نوفمبر 2016
طالع نصوص الأبحاث في عدد 3 نوفمبر من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الأحياء التطوري التنموي

تحول الأطراف لخماسية الأصابع

يمثِّل انتقال الفقاريات من الزعانف إلى الأطراف واحدًا من أهم الإبداعات المورفولوجية المرتبطة بالانتقال من الحياة المائية إلى الحياة البرية على اليابسة، كما أنه يمثل نموذجًا جذابًا لاكتساب فهم أعمق لآليات التباين المورفولوجي بين الأنواع. ومن أهم الخصائص التي تميز الأطراف هي وجود الأصابع في نهاياتها. وعلى الرغم من أن أطراف أغلب رباعيات الأطراف تكون خماسية الأصابع، فإن البيانات الحفرية تشير إلى أن الأصابع قد ظهرت في الزعانف الفصية لدى رباعيات الأطراف الأولى، التي كانت كثيرة الأصابع، ولا تزال كيفية حدوث التحول إلى الأطراف خماسية الأصابع غير واضحة. وفي هذه الدراسة، يوضح الباحثون أن التعبير الحصري لأحد الجينين هوكسا11 (*Hoxa11*)، وهوكسا13 (*Hoxa13*) بشكل يمنع الآخر في الفئران – وهما الجينان اللذان سبق الاعتقاد بأن لهما علاقة بنشأة الأطراف الرباعية - مطلوبٌ للوصول إلى الحالة خماسية الأصابع. كذلك يكشف الباحثون أن إقصاء الجين هوكسا11 من نطاق هوكسا13 يعتمد على مُعزِّز يحرك النسخ المضاد للتعبير عند موقع الجين هوكسا11، بعد التنشيط بواسطة هوكسا13، وهوكسد13 (HOXD13). وأخيرًا، يوضح الباحثون أن المُعزِّز الذي يحرك النسخ المضاد للتعبير لجين هوكسا11 في الفئران غير موجود في سَمَك الزَّرَد، وهو ما يشير - بالإضافة إلى التعبير المتداخل لجيني هوكسا11، وهوكسا13 الموجود في السمك – إلى أن هذا المُعزِّز قد نشأ في مرحلة الانتقال من الزعانف إلى الأطراف. واستنادًا إلى كثرة الأصابع التي لاحظها الباحثون بعد التعبير عن الجين هوكسا11 في الأطراف البعيدة، يقترح الباحثون أن تطور تنظيم الجين هوكسا11 قد أسهم في الانتقال من الأطراف كثيرة الأصابع في مجموعة رباعيات الأطراف الجذعية إلى الأطراف خماسية الأصابع في رباعيات الأطراف الموجودة.

Y Kherdjemil *et al*

doi: 10.1038/nature19813

الديناميكية الجيولوجية

سلوك البريدجمانيت في الوشاح السفلي

يُلاحظ تباين خواص موجات القص الزلزالية في أعلى طبقة الوشاح السفلي للأرض حول عدة ألواح تعرضت للاندساس. ويُعَدّ تباين الخواص الذي يسببه الاتجاه البلوري المفضل للبريدجمانيت (Mg,Fe) SiO_3 المُهيكَل على البيروفسكايت الذي يُحْدِثه التشوه هو التفسير الأكثر قبولًا لهذه الملاحظات الزلزالية، غير أن الخواص الريولوجية للبريدجمانيت غير معروفة إلى حد كبير. وقد أُجْرِيَت تجارب تشوه أحادي المحور؛ لتحديد نسيج التشوه للبريدجمانيت، غير أن نظام الانزلاق السائد (اتجاه ومستوى الانزلاق) لم يُحَدَّد بعد. وفي هذه الدراسة، يسجل الباحثون نمط الاتجاه البلوري المفضل، ونظام الانزلاق السائد للبريدجمانيت في ظل ظروف تشابه ظروف أعلى طبقة الوشاح السفلي (25 جيجا باسكال، و1,873 كلفنًا) تم تحقيقها من خلال تجارب تشوه القص البسيط باستخدام جهاز (D-DIA) من نوع Kawai. تتميز الأنسجة التي تم الحصول عليها بمحور [100] عمودي على مستوى القص، ومحور [001] موازٍ لاتجاه القص، مما يدل على أن نظام الانزلاق السائد للبريدجمانيت هو [001](100). ويمكن تفسير تباين خواص موجات القص الزلزالية بالقرب من العديد من الألواح التي تعرضت للاندساس (تونجا-كيرماديك، وكوريل، وبيرو، وجافا) من حيث الاتجاه البلوري المفضل للبريدجمانيت على أن السبب فيه هو تدفق الوشاح موازيًا لاتجاه الاندساس.

N Tsujino *et al*

doi: 10.1038/nature19777

فيزياء الجسيمات

حساب كتلة الأكسيون

خلافًا لجزء الكهربية الضعيفة في النموذج العياري لفيزياء الجسيمات، تبدو الكهروموديناميكا الكمية (QCD) متناظرة بشكل مدهش، إثر عكس الزمن. وحيث لا يوجد سبب واضح لتكون متناظرة جدًّا لهذا الحد، فإن هذه الظاهرة تطرح مشكلة نظرية، عادةً ما يُشار إليها بمشكلة CP المستعصية. يتطلب الحل الأكثر جاذبية لهذه المشكلة وجود جسيم جديد، يُسمى الأكسيون، وهو مرشح واعد لعناصر المادة المظلمة. حَدَّد الباحثون كتلة الأكسيون باستخدام الكرومودينامكيا الكمية الشبكية، وذلك بافتراض أن هذه الجسيمات هي العنصر الغالب في المادة المظلمة. وتمثلت الكميات الرئيسة في الحسابات في معادلة حالة الكون، واعتمادية القابلية الطوبولوجية للكهروديناميكا الكمية على درجة الحرارة. وتلك الأخيرة يصعب جدًّا حسابها، وخصوصًا في المناطق الأكثر صلة، ذات الحرارة المرتفعة (حيث تصل إلى عدة مليارات من الإلكترون فولت)، لكن بتقسيم الفراغ إلى قطاعات مختلفة، وإعادة تعريف المحددات الفرميونية، يصبح حسابها المحكم ممكنًا. وبالتالي، فإن تنبؤنا المزدوج يساعد أغلب الحسابات الكونية على وصف تطوُّر الكون المبكر باستخدام معادلة الحالة، كما يمكن أن يكون حاسمًا في توجيه التجارب التي تبحث عن أكسيونات المادة المظلمة. وفي السنوات العديدة المقبلة، ينبغي أن يكون بالإمكان التأكيد على - أو استبعاد - أكسيونات ما بعد التضخم بشكل تجريبي، بناء على ما إذا وُجِد أن كتلة الأكسيونات كما هي متوقعة من هذا البحث. ومن ناحية أخرى، تحدِّد حساباتنا في سيناريو ما قبل التضخم زاوية الأكسيون الكونية التي تتوافق مع الوضع الابتدائي للكون.

S Borsanyi *et al*

doi: 10.1038/nature20115

علم الأحياء البنيوي

بنية مبيد يرقات البعوض BinAB

BinAB هو مبيد يرقات شبه بلوريّ، موجود في الطبيعة، ويُستخدم حول العالم لمكافحة الأمراض المُدَمِّرة التي ينقلها البعوض. تتركَّب تلك البلورات من جزيئات متماثلة، هي BinA، وBinB، وهي تلعب أدوارًا مميزة في عمليّة التسمم متعددة الخطوات، مُتَحَوِّلةً من بلورات نشيطة عديمة الضرر إلى دايمرات متخالفة قابلة للذوبان من مركَّبات التوكسين الأوليّة، ثم إلى توكسين ناضج مُتَوطِّن، وأخيرًا إلى مسام سُمِّيّة قليلة الوحدات (أوليجوميرية). يعوق الحجم الصغير للبلورات – الذي يبلغ في المتوسط 50 وحدة خليّة لكلّ حافة – أي توصيف بنيويّ بالطرق التقليديّة. وفي هذا البحث يسجّل الباحثون حَلّهم لبِنْيَة BinAB في بكتيريا *Lysinibacillus sphaericus* من جديد بواسطة التصوير البلوري المتسلسل بالفيمتوثانية بليزر أشعة سينيّة حرّ الإلكترون. وتكشِف البِنْيَة عن وجود اتصالات، يتوسطها التايروسين، والكاربوكسيليت، تلعب دور صِمام درجة الحموضة pH، لإطلاق مركبات التوكسين الأوّلية القابلة للذوبان في المعي المتوسط القلوي لليرقة. ويظهر أن سطحًا بينيًّا ضخمًا من الدايمرات المتخالفة هو المسؤول عن إرساء BinA إلى BinB المقيد بالمستقبل؛ بغرض التوطين الثانوي. ومن اللافت للنظر أن هذا السطح البينيّ يتألف بشكل كبير من بادئات البيتيدات، ما يشير إلى أن عملية النُّضوج من خلال تحلُّل البروتين ستستثير تفكُّك مركَّب الدايمر المتخالف، وتَقَدُّمه نحو تكوين المسام.

J Colletier *et al*

doi: 10.1038/nature19825

سرطان

استهداف سرطان الكلى بعامل HIF-2

يتصف سرطان الخلايا الكلويّة ذو الخلايا الصافية (يُسمى اختصارًا ccRCC) بتعطيله للجين المُثَبِّط لورم فون هيبّل لينداو (*VHL*). وبما أنه ليس ثمة جين آخر يتطفَّر بالقدر نفسه في ccRCC، وأن طفرات *VHL* جذعيّة، فإن تعطيل جين *VHL* يعدّ هو الحدث المُسَيْطِر. ينشِّط فقدان *VHL* عامل النسخ HIF-2، ويسترجع نشاط HIF-2 التأسيسيّ عملية تكوّن الورم في خلايا ccRCC، التي يعيد VHL تكوينها. ويشترك عامل HIF-2 في عملية تولّد الأوعية الدمويّة وعمليات أخرى متعددة، إلا أن تولّد الأوعية هو الهدف الرئيس للعقاقير، مثل عقار "سونيتينيب" sunitinib مُثَبِّط التيروسين كاينيز، بيد أن HIF-2 غير قابل لأنْ يصبح هدفًا للعقاقير. لذا قام الباحثون باستخدام منصّة مكونة من طُعْم أجنبيّ وَرَمِيّ مأخوذ من مريض (ويُطلق عليه أيضًا اسم "tumourgraft" – وهي خلايا ورمية مستنسخة في المختبر) لتقييم PT2399 - وهو مناهِض انتقائيّ لعامل HIF-2، تم تعريفه باستخدام مقاربة تصميمية تعتمد على الهيكل. وقام PT2399 بتفكيك HIF-2 (وهو مركب دايمر متخالف إجباري لعامل HIF-2α-HIF-1β) في خلايا ccRCC البشرية، كما ثبّط عملية تكون الورم في 56% (10 من أصل 18) من مثل تلك الأنسال. كان نشاط PT2399 أعلى من نشاط عقار سونيتينيب، وكان نشطًا في الأورام التي يدفعها عقار سونيتينيب للتطور، كما كان محتملًا بقدر أكبر. وبشكل غير متوقع، ظهر أن بعض أورام ccRCC التي تحمل تطفُّرًا بجين *VHL* مقاومةٌ لـPT2399، وقد حدثت هذه المقاومة رغم تفكك عامل HIF-2 في الأورام، ورغم وجود أدلة على تثبيط HIF-2 في الفئران، كما هو محدد من خلال تثبيط هرمون الإريثروبويتين الدائر في مجرى الدم، وهو أحد أهداف عامل HIF-2. وقد حدد الباحثون بصمة جين يعتمد على عامل HIF-2 في الأورام الحساسة. ولم يتأثر التعبير الجيني ـ بشكل كبير ـ بـPT2399 في الأورام المقاومة، ما يكشف عن تخصصية الدواء. أظهرت الأورام الحساسة بصمة تعبير جينيّ مُمَيَّزة، ومستويات أعلى عمومًا لعامل HIF-2α. وأدَّت المعالجة المُطَوَّلة بـPT2399 إلى تَكَوُّن مقاومة. ومن ثَم، حدد الباحثون موقع الربط، وتطفرات مثبط الموقع الثاني في HIF-2α، و HIF-1β بالترتيب. احتفظ كلا التطفرين بدايمرات HIF-2، رغم المعالجة بـPT2399. وأخيرًا، أظهر مريض كانت قد سبقت معالجته بشكل موسّع ـ وكان ورمه قد خلَّق ورمًا مستنسخًا حسّاسًا (tumourgraft) ـ سيطرة على المرض لأكثر من 11 شهرًا، إثر معالجته بنظير قريب لـPT2399، هو PT2385. ويؤكِّد الباحثون على كون HIF-2 هدفًا في أورام ccRCC، ويُظْهِرون أن بعض أورام ccRCC غير معتمِدة على HIF-2، كما يفسحون المجال لإجراء تجارب إكلينيكية بواسطة الواصمات الحيويّة.

H Cho *et al*

doi: 10.1038/nature19795

علم الآثار

القرود البرية تصنع أدوات حجرية

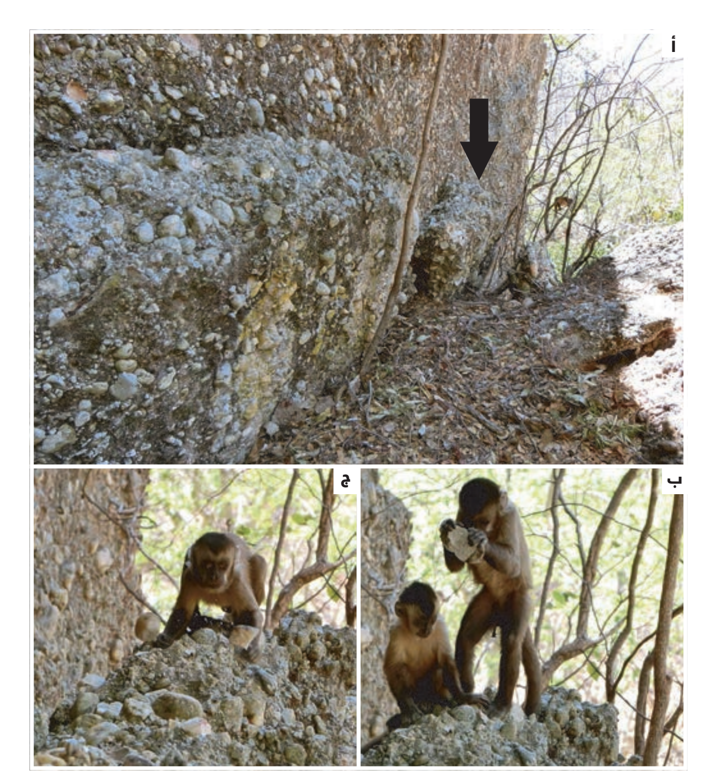
يشكِّل فَهْم العلماء لنشأة التكنولوجيا نظرتهم وفهمهم لأصول البشرية. وتُعَدّ الشظايا الحجرية حادة الأطراف، المطروقة من النوى الحجرية الأكبر، الأدلّة الأساسية على أول ظهور التقنية الحجرية. ويكشِف الباحثون في هذه الدراسة أن قرود الكبوشي البرية ذات اللحية (واسمها العلمي *Sapajus libidinosus*) ـ التي تعيش في البرازيل ـ تكسر الأحجار عمدًا؛ فينتج عنها ـ بغير قصد، وبشكل متكرر ـ شظايا، ونوى حجرية حادة الأطراف محاريّة الشكل، لها نفس خصائص وبِنْيَة الأدوات التي صنعها أشباه البشر عمدًا. ومن ثم، لم يَعُد صنع النوى والشظايا الحجرية التي يكشف عنها علم الآثار اللثام حصريًّا على سلالة البشر، وهو ما يمدُّنا بمنظور مقارن عن نشأة التكنولوجيا الحجرية. ويضيف هذا الاكتشاف بُعْدًا جديدًا لتفسيرات السجل الحجري القديم للإنسان، والوظائف المحتملة للأدوات الحجرية الأولى، والمتطلبات المعرفية لظهور تكسير الأحجار، وصناعة أدوات منها.

T Proffitt *et al*

doi: 10.1038/nature20112

الشكل أسفله | قرود الكبوشي البرية ذات اللحية تطرق الحجارة بالحجارة، منتزه سيرا دا كابيفارا الوطني، البرازيل

(أ): النتوء الصخري الذي لوحظ عنده سلوك طرق الحجارة بالحجارة الموضح في الصورتين (ب) و(ج) (ب) و(ج): نشاط طرق الحجارة بالحجارة، وتظهر مراقبة عن كثب من قبل قرد كبوشي صغير في الصورة (ب) كسر الحجر في الصورة (ج).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

صندوق الأدوات

سَبْر أسرار المناهج الجامعية

يأمل مؤسسو مشروع المنهج الدراسي المفتوح في أن تسهم مشاركة البيانات في تحسين وتشجيع عملية التدريس.



ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

آنا ناوُجرودزكي

رغم وجود حركة متصاعدة تهدف إلى استخلاص بعض الأفكار ووجهات النظر من المواد العلمية المتاحة على شبكة الانترنت، بدايةً من المقالات ومجموعات البيانات، وانتهاءً بالعروض التقديمية والمحاضرات التي تُلقى في المؤتمرات، فإنّ هناك نوعًا من الوثائق الأكاديمية لا يزال يتلقى قدرًا قليلًا من الاهتمام، ألا وهو المنهج الدراسي، وهو بمثابة وثيقة تطرح مواد القراءة، والموضوعات، والتوقعات الخاصة بالمقررات الجامعية.

ظل هذا على الأقل هو الحال حتى يناير من هذا العام، عندما دشَّن علماء البيانات، وعلماء الاجتماع، والباحثون في الإنسانيات الرقمية بجامعة كولومبيا في نيويورك أداة تُدعى «مستكشف المنهج المفتوح» Open Syllabus explorer. تضمّ تلك الأداة أكثر من مليون منهج دراسي متاح للجمهور، كما أنها تقدِّم بيانات تلك المناهج في صيغة مناسبة قابلة للبحث. ومِن المقرر إطلاق نسخة من هذا المستكشف، تحتوي على ثلاثة أضعاف ذلك العدد من المناهج في شهر يناير من عام 2017.

يأمل أعضاء الفريق الذي يقف وراء تلك الأداة المعروفة بمشروع المنهج المفتوح (OSP) في دفْع الجامعات نحو إتاحة المزيد من المناهج بصورة علنية. ويرى أعضاء الفريق أنّ ذلك من الممكن أنْ يقدم المساعدة لمؤلفي الكتب المدرسية، والمعلمين، ومطوِّري المناهج الدراسية، كما سيقدم حوافز كثيرة لتصميم مواد تدريسية فعالة، وهو الأمر الذي تغفل عنه المقاييس التقليدية للجهود الأكاديمية بدرجة كبيرة.

يقول بيتر سوبر، مدير مشروع الوصول المفتوح بجامعة هارفارد ومكتب الاتصال العلمي بالجامعة في كامبريدج بولاية ماساتشوستس، وهو في الوقت ذاته عضو بالمجلس الاستشاري لمشروع المنهج المفتوح: «إنّ المناهج الدراسية مِن بين الوثائق الأكثر أهمية التي يخطّها الباحثون، والتي ما زالت المشاركة فيها لا تتم على نطاق واسع حتى الآن، مع أنه لا بد من تفعيل تلك المشاركة. فهذه المناهج تعكس أحكامًا علمية لها أهمية كبيرة بشأن الموضوعات الجديرة بالتدريس».

هذه الأحكام يمكن أن تكون بمثابة أنباء سارة لمؤلفي الكتب الدراسية. ولم يكن ستيوارت راسل ـ عالِم الحاسبات بجامعة كاليفورنيا في بيركلي ـ قبل المقابلة التي أجرتها معه دورية *Nature* لأجْل هذه المقالة يدرك أن كتابه المنشور في عام 1995 «الذكاء الاصطناعي» *Artificial Intelligence* (دار نشر برنتيس هول) ـ الذي شاركه في تأليفه بيتر نورفيج ـ كان أكثر النصوص اختيارًا للتدريس في مجال علم الحاسبات. يقول راسل: «كنت مُفاجَأً تمامًا».

وبعيدًا عن إذكاء نيران الكبرياء المهني، فإنّ مثل هذه المعلومات يمكن أن تدعم رغبات التثبيت والترقية. فتأليف كتاب دراسي، بغضّ النظر عن مدى فائدته، والمعلومات التي يقدمها، يثمر بشكل عام عن عدد قليل من الاستشهادات في الأبحاث العلمية؛ وبالتالي يكون تأثيره الأكاديمي منخفضًا على الأرجح. لذا من الممكن أن يسهم مشروع المنهج المفتوح في قلب تلك الموازين. تقول إيمي براند، مديرة مطبعة معهد ماساتشوستس للتقنية: «لقد وصلنا إلى نقطة زمنية، أعتقد أنه ينبغي فيها على أعضاء هيئة التدريس أن يجنوا فوائد أكبر من سجل إنجازاتهم في مجالات البحث العلمي، والتأثير، والمكانة». وتضيف براند قائلة إنّ البيانات الرقمية بشأن استخدام المناهج يمكنها تمكين أعضاء هيئة التدريس من «أن يُعَبِّروا عن آرائهم بشأن الدور الذي تلعبه أعمالهم في هذا العالم».

في الوقت الراهن، يتيح مستكشِف المنهج المفتوح إمكانية البحث في أكثر من مليون منهج دراسي، يعود تاريخ أقدمها إلى عام 2000، مع احتوائها على إشارات مرجعية إلى 20 مليون نَصّ؛ وذلك لإنتاج بيانات بخصوص مدى تكرار تدريس نَصّ معين. يمكن للمستخدِمين البحث في تلك البيانات باستخدام اسم المؤلف، أو العنوان، أو المؤسسة، أو التخصص الأكاديمي. وتوضِّح الأداة أيضًا أيَّ الكتب الدراسية شائعة الاستخدام معًا، وتقوم بتصنيف كل نَصّ بناءً على مدى تكرار اختياره للتدريس (انظر: «أَشْهَر النصوص»).

ستعرض نسخة مُحدثة من الأداة ـ من المقرر أن تكون ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

متاحة في الواحد والعشرين من يناير 2017، الذي يصادف الذكرى السنوية الأولى لإطلاق المستكشِف ـ ثلاثة ملايين منهج، تتضمن إحالات مرجعية إلى ما يقرب من 150 مليون نص. وسوف تتضمن تلك النصوص عناوين واردة من خادم نشر ما قبل الطباعة «أركايف» arXiv، و«كروسْرِف» CrossRef، و«الملف الاستنادي الافتراضي الدولي» VIAF، الذي يربط ما بين السجلات الببليوجرافية المتطابقة من فهارس مكتبات وطنية مختلفة. وسوف يشمل التحديث خيارات بحثية جديدة، مثل القدرة على البحث بالتاريخ، أو بنوع المؤسسة، حسب قول جو كاراجانيس، مدير مشروع المنهج المفتوح. وستتضمن النسخة الجديدة أيضًا بيانات مُحَسَّنة من كندا والمملكة المتحدة، ومعلومات عن أماكن العثور على المواد، ولاحقًا نصوصًا كاملة للمناهج، إذا كان مؤلفوها قد صرَّحوا بإعادة إنتاجها.

يقول كاراجانيس: «لدينا طموحات كبيرة. وعلى الرغم من أن جميع الأساليب بدائية جدًّا في الوقت الحالي، إلا أنها جميعًا قابلة للتطوير، كما أن علوم البيانات في تحسُّن مستمر أيضًا».

اصطياد الاستشهادات

يقع مقر مشروع المنهج المفتوح في الجمعية الأمريكية، وهي بمثابة معهد للسياسات العامة بجامعة كولومبيا، تقوم بتمويله مؤسسة «سلون»، وصندوق «أركاديا». كانت فكرة إنشاء الأداة قد استُلهمت مِن محرِّك بحث يُدعى «مستكشف المناهج» Syllabus Finder، كان يجوب الإنترنت بحثًا عن المناهج منذ عام 2002 (السنة التي تم إنشاؤه فيها)، حتى عام 2009. قام بإنشاء تلك الأداة دان كوهين، الذي كان يعمل حينذاك مؤرخًا بجامعة جورج ميسون في فيرفاكس بولاية فيرجينيا، ويشغل حاليًّا منصب المدير التنفيذي للمكتبة الرقمية الأمريكية العامة. قام ذلك المحرِّك بتجميع ما أسماه كوهين في تلك الفترة «أكبر مجموعة تم جمْعها على الإطلاق من المناهج الدراسية»، حيث تضمنت ما يقرب من مليون وثيقة. وقد نشر كوهين عناوين تلك المواقع في صورة قاعدة بيانات في عام 2011.

على عكس مشروع المنهج المفتوح، كانت الأداة التي ابتكرها كوهين تتيح روابط إلى النص الكامل لكل منهج دراسي، ولكنها كانت تتضمن مقررات جَرَى تدريسها حتى عام 2009 فحسب؛ أي العام الذي اضطر فيه كوهين إلى إحالة الأداة إلى التقاعد، نتيجة للتغيرات التي طرأت على واجهة البرمجة لشركة «جوجل»، وهو التصرف الذي أثار غضب زملاء كوهين، بمَن فيهم زوجته، التي كانت تعمل معلِّمة برياض الأطفال. يقول كوهين: «ما زلتُ حتى الآن أتلقَّى رسائل بالبريد الإلكتروني، تناشدني أن أعيد تشغيل مستكشِف المناهج».

عندما بدأ مشروع المنهج المفتوح في عام 2014، قام فريق العمل ببناء أدوات للبحث في شبكة الويب العامة، بما في ذلك الروابط التي استخدمها كوهين، الذي كان قد فقد جزءًا من البيانات نتيجة لخطأ في الترميز. ومثلما كان الحال مع كوهين، فإنّ الفريق مقيَّد بالمناهج المتاحة للجمهور، التي يبلغ عددها نحو ستة ملايين من بين حوالي 80 إلى 120 مليون منهج دراسي في الولايات المتحدة وحدها، وذلك وفقًا لحسابات كاراجانيس. أمّا المناهج الدراسية المحجوبة وراء جدران برمجيات إدارة المقررات الخاصة، مثل نظام «بلاكبورد» Blackboard، فتظل بعيدة المنال. يقول كاراجانيس: «تحتفظ جامعة كولومبيا ـ على سبيل المثال ـ بحوالي 80 ألف منهج دراسي، تعود إلى اثني عشر عامًا، أو ثلاثة عشر عامًا مضت. ويمكن أيضًا أن تمتلك كلية كبيرة بإحدى الولايات ضعفي أو ثلاثة أضعاف ذلك العدد».

اضطر فريق العمل في مشروع المنهج المفتوح بعد ذلك لبناء أدوات؛ لاستخلاص ما تحتويه تلك المناهج. يقول ديفيد ماكلور ـ المدير الفني للمشروع ـ إن الاستشهادات ـ على سبيل المثال ـ كانت تفتقر إلى هيكل تنظيمي متسق. كانت الأداة تبحث في العناوين، من خلال إحالة كل منهج دراسي إلى

أشهر النصوص

تضم قائمة النصوص العلمية الخمسة الأكثر تدريسًا، وفقًا لمشروع المنهج المفتوح الكتبَ التالية:

الكتاب الدراسي (المؤلِّف)	المناهج
الأحياء: مفاهيم وارتباطات (إن. إيه. كامبل وآخرون) (N. A. Campbell *et al.*)	2,196
أُسُس التشريح والفسيولوجيا (إف. مارتيني وآخرون) *Fundamentals of Anatomy and Physiology* (F. Martini *et al.*)	752
الكيمياء (آر. تشانج)	612
تشريح وفسيولوجيا الإنسان (إي. إن. مارييب وكيه. هوين) *Human Anatomy & Physiology* (E. N. Marieb and K. Hoehn)	605
تشريح الإنسان (إي. إن. مارييب وآخرون)	591

تمت فلترة البيانات، حسب مجالات التخصص: الفلك، والفيزياء الفلكية، والأحياء، والكيمياء، وعلم الحاسبات، وعلوم الأرض، والهندسة، وعلم النفس، وعلم الاجتماع.

SOURCE: OSP

قاعدة بيانات تتضمن 20 مليون عنوان، منها 11 مليون من مكتبة LibraryCloud بجامعة هارفارد، و9 ملايين من مكتبة JSTOR الرقمية. وكان تَطابُق العنوان واسم المؤلف معًا بمثابة استشهاد. يقول ماكلور: «قمنا بإدماج أساليب مختلفة؛ لتجنب الالتباس، مثل السماح بوضع كلمة 'بواسطة' بين اسم المؤلف، وعنوان العمل».

نظام جديد للقياس

يقوم مشروع المنهج المفتوح باستخلاص تلك البيانات، وحصْرها في مقياس واحد، يُسمى «مجموع نقاط التدريس»، وهو مقياس يبين عدد المرات التي يتم فيها اختيار نص معين للتدريس في المناهج. ويمكن لذلك المقياس أن يأخذ أيّ قيمة، بداية من رقم 1 (نادرًا ما يتم تدريسه) إلى رقم 100 (يتم تدريسه بشكل متكرر).

وبحسب سوبر، يُعَدّ مجموع نقاط التدريس بديل للقياسات التقليدية الخاصة بالتأثير العلمي، حيث يعكس روح «القياسات البديلة» المتنامية، التي تهدف إلى تحديد مقدار الناتج البحثي الإجمالي للشخص. يضيف سوبر: «أعتقد أن مجموع نقاط التدريس هذا يمكنه أن يسهم في الحركة الجديدة للقياسات البديلة، وأن يمنحنا قياسات أكثر دقة لتأثير النصوص».

تقوم حفنة من الباحثين والجامعات حاليًا باستخدام البيانات؛ لتنفيذ ذلك الأمر تحديدًا. فقد أصدرت جامعة كنتاكي في لكسينجتون بيانًا صحفيًّا، عندما اكتشفت أن ورقة بحثية من تأليف إدوارد موريس ـ عضو هيئة التدريس بالجامعة ـ جاءت في المرتبة السادسة والأربعين من بين 13,225 نصًّا مرتبطًا بعِلْم الاجتماع، وحاليًّا تحتل هذه الورقة البحثية المرتبة رقم 371 من بين 53,177 بحثًا. ويخطِّط موريس لاستخدام تلك الإحصائية لدعم ترقيته لدرجة الأستاذية.

ليست جامعات الولايات المتحدة فحسب هي الوحيدة التي تُولِي ذلك الأمر اهتمامها. فكما يقول كاراجانيس، يطالع موقع مشروع المنهج المفتوح ما يقرب من ألف زائر يوميًّا، يأتي معظمهم من الولايات المتحدة، ولكن هناك أيضًا زيارات ملحوظة من أوكرانيا، وروسيا، ومصر أيضًا. استخدم باحثون آخرون البيانات ـ على سبيل المثال ـ لتجميع قوائم بالقصص المصورة والفكاهية التي يتم تدريسها على نطاق واسع، أو لتحديد نسبة الكتب ذات الصلة بعلم الاجتماع، التي يتم تدريسها بشكل متكرر، والتي قامت بتأليفها شخصيات نسائية. واستخدمت ميلاني مارتين ـ باحثة ما بعد الدكتوراة بجامعة ييل في نيو هافن بولاية كونيتيكت ـ مستكشف المناهج؛ للتعرف على أكثر الكتب التي يتم تدريسها في مجال الأنثروبولوجيا التطورية، الذي تتخصص فيه. ونظرًا إلى أنه لا توجد وسيلة للبحث في قاعدة البيانات باستخدام التخصص الفرعي، مثل قَصْر نتائج علم الأحياء على تخصصات فرعية، كعلم الأعصاب، أو الجينوم، كان على مارتين إجراء عملية البحث يدويًّا في جميع العناوين المتعلقة بالأنثروبولوجيا، وعددها 16 ألف عنوان. تقول: «بدون وجود نظام أفضل لفلترة النتائج، أعتقد أن الأداة ستكون محدودة الفائدة».

الاستفادة من خبرات الأقران

إنّ تصميم المقررات يُعتبر من بين التطبيقات الأخرى الممكنة لبيانات مشروع المنهج المفتوح، فمن خلال تمكين أعضاء هيئة التدريس ـ وعلى الأخصّ الصغار منهم ـ مِن الاستفادة مِن المعارف التي تَوَصَّل إليها أقرانهم؛ يمكن لمشروع المنهج المفتوح مساعدتهم على التدريس بشكل أكثر إبداعًا. ويتضمن ذلك ـ على سبيل المثال ـ التعرف على طرق جديدة لتقديم المادة الدراسية. يقول راسل: «يمكن لهذا الأمر أن يسهم إسهامًا كبيرًا في تحسين جودة التدريس». كما أنه سوف يحسِّن أيضًا من الكفاءة، ويتيح لأعضاء هيئة التدريس وقتًا أطول للقيام بأنشطة أخرى، مثل البحث والإرشاد.

ورغم ذلك فمِن المهم عدم المبالغة في تفسير البيانات، حسب قول ليزا جانيك هينكليف، المتخصصة في محو الأمية المعلوماتية بجامعة إلينوي في أوربانا شامبين؛ فربما لا تمثِّل مجموعة عينات المشروع جميع المناهج تمثيلًا جيدًا، حتى على مستوى مؤسسة واحدة بعينها. فعلى سبيل المثال، يحتل «خطاب من سجن برمنجهام» Letter from Birmingham Jail لمارتن لوثر كينج الابن المرتبةَ الثانية في قائمة النصوص الأكثر تدريسًا بجامعة هارفارد، وفقًا لبيانات المستكشف. وحسب قول كاراجانيس، فإن ما يقرب من 80% من مناهج هارفارد في مشروع المناهج المفتوحة تأتي من كلية جون إف. كينيدي للدراسات الحكومية، رغم أن مشروع المنهج المفتوح لا يوضح مصادره على الملأ بمثل هذا التفصيل الشديد. ولذا.. ليس ممكنًا استنتاج مدى شهرة هذا النص في جامعة هارفارد عامة.

ترى هينكليف أن قيمة مشروع المنهج المفتوح تكمن في قدرته على كشف مدى سعة الحِيَل التي يستخدمها المعلِّمون، وتقول: «لستُ بحاجة إلى قائمة نهائية تخبرني أنّ «هذه هي الكتب الستة الأكثر تدريسًا»، بل أريد أن أرى التنوع».

ومِن الممكن لتلك البيانات أن تسهم إسهامًا كبيرًا في تبسيط عملية تصميم المقررات، وهي عملية معروف أنها تستغرق وقتًا طويلًا. يمكنكم فقط أن تسألوا «سوبر»، الذي لا يزال يقوم بتدريس الفلسفة منذ 21 عامًا. يقول: «عندما كان يصل إلى مسامعي أن هناك مقررًا جديدًا قادمًا في الطريق، كنت أسعى إلى البدء في إعداده قبلها بعام على الأقل. إنّ كتابة 40 محاضرة بمثابة مهمة ضخمة، بل إنها أصعب من تأليف كتاب».

ويمكن لبيانات مشروع المنهج المفتوح أن تخفِّف من ذلك العبء. وإضافة إلى ذلك، يقول سوبر إنّ استكشاف تلك البيانات أمر ممتع، ويبيِّن أحيانًا متجاورات غير متوقَّعة، فعلى سبيل المثال، نلحظ أنّ كتابه عن فلسفة القانون ـ وهو بعنوان «قضية مستكشفي سبيلونسيان» *The Case of the Speluncean Explorers* (روتلدج، 1998) ـ ما زال يُدَرَّس إلى جوار قصائد الشعر الغنائي التي نَظَمها سافو. يقول سوبر: «هناك مقاربات، أو مقابلات، لم أكن لأتصوّرها على الإطلاق». ■

تصحيح

ذكر موضوع "قواعد بيانات ديمقراطية: علوم على موقع GitHub" ـ المنشور بقسم "صندوق الأدوات" في عدد نوفمبر الماضي (Nature 538, 127–128; 2016)، ـ بشكل خاطئ أن أداة Git تقوم بتسجيل التغيرات التي تحدث في الملفات، بيد أنها في الواقع تقوم بحفظ إصدارات متعددة من الملفات.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

صناعة التحول من المعمل الأكاديمي إلى وظيفة الشركة **ص. 63**

أحداث نيتشر لمتابعة أهم الفاعليات العلمية، والندوات، والمؤتمرات، والورش: **arabicedition.nature.com/events**



وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



ARTQU/GETTY

العمل التطوعي

علومٌ للنفع العام

قد يكون عرض مهاراتك في إطار العمل التطوعي أمرًا مفيدًا، ولكنه يتطلب تفكيرًا متأنيًا.

آمبر دانس

عندما وصلت الطبيبة أليسون سميث إلى سن التقاعد في عام 2012، لم تكن مستعدة لنزع سَمّاعتها الطبية وتعليقها على الحائط. لذا قررت طبيبة الرعاية الأولية ـ التي تعيش في ساسيكس بالمملكة المتحدة ـ التطوع للعمل بمنظمة خيرية تُسمى «التحرر من التعذيب» Freedom from Torture في لندن. تقوم سميث بفحص طالبي اللجوء، الذين يحتاجون إلى دليل طبي على تعرُّضهم لسوء المعاملة الذي من شأنه دعم طلباتهم للبقاء في البلاد.

وبصفة جزئية يساعد العملُ سميث على التخفيف مما تصفه بأنه "شعور الناجين بالذنب"، أي الإحساس بأنك عشت حياة رائعة، بينما لم يكن الآخرون محظوظين بالقدر ذاته. كذلك يجعلها العمل تشعر بأنها تسهم في التعويض عن أفعال الأطباء الذين يشاركون في عمليات التعذيب. وإضافة إلى ذلك، تعترف سميث بأن لديها سببًا أنانيًّا، فتقول: "إنه تحدٍ مثير للاهتمام، فأنا لا أريد أن أهمِل استغلال مهاراتي المهنية".

تُعَدّ سميث واحدة من بين كثير من العلماء والمهندسين والعاملين في القطاع الصحي على مستوى العالم، الذين يوظفون قدراتهم ومهاراتهم المهنية، وكذلك أوقات فراغهم، التي غالبًا ما تكون محدودة، في مهام تطوعية. ولا يمنحهم ذلك العمل التطوعي شعورًا بالرضا لاستخدام مهاراتهم المهنية فحسب، بل أيضا يتيح لهم فوائد مهنية مثل فرص إنشاء شبكات للعلاقات أو إمكانية نشر الأبحاث في بعض الأحيان. ويمكن للباحثين الذين يشعرون بانجذاب إلى العمل التطوعي أن يسهموا في تنفيذ المشروعات التي تتضمن الحق في الصحة، أو في بيئات عيش آمنة، على سبيل المثال. ولا يجب على هؤلاء الأشخاص الانتظار حتى الوصول إلى سن التقاعد، أو السفر إلى الخارج، ليتمكنوا من المشاركة، فهناك وسائل لإحداث تغيير إيجابي في حياة كثير من الأشخاص، من خلال التزام يؤديه المرء في مجتمعه المحلي لمدة بضع ساعات، ولكن من المهم لهؤلاء المتطوعين المنتظرين أن ينتقوا مشروعاتهم بعناية، وأن يفهموا ما هو مطلوب منهم فيما يخص الخبرة العلمية، والالتزام بالمواعيد، والنفقات التي ربما يضطرون إلى تحمُّلها.

كيف تجد منظمةً، يمكنك من خلالها ممارسة العمل التطوعي؟ يعثر بعض الباحثين على مشروعات خيرية من خلال جامعاتهم، ويلجأ كثيرون إلى النقابات المهنية في تخصصاتهم. يقوم برنامج «علماء تحت الطلب» ـ الذي تديره «الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم» في واشنطن العاصمة ـ بالتوفيق بين العلماء، ومنظمات حقوق الإنسان. وقد قام البرنامج بضم ما يقرب من 1,000 عالِم ينتمون إلى 58 دولة، وربما تتضمن المهام المسنَدة إليهم مساعدة المنظمات على تحليل وفهْم التقارير الفنية، أو تصميم استطلاعات الرأي، أو تطوير التقنيات النافعة. تقول تيريزا هاريس، مديرة البرنامج: "أرى في الوقت الحاضر المزيد والمزيد من مبادرات 'بلا حدود'، التي تدشِّنها هيئات ومؤسسات علمية".

مِن بين تلك المبادرات برنامج «تبادُل من أجل أرض مزدهرة» Thriving Earth Exchange، الذي أطلقه الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي في واشنطن العاصمة في عام 2013. يقوم البرنامج بالتوفيق بين علماء الأرض، والمجتمعات الإقليمية التي تحتاج إلى النصح والمشورة، مثل المدن ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◀ التي تخطط لمواجهة الآثار المترتبة على تغير المناخ. تقول ناتاشا أودو جاما ـ مديرة المشارَكات المجتمعية بهذا البرنامج ـ إن العلماء غالبًا ما يستهلُّون حياتهم الوظيفية وهم متلهفون إلى خدمة البشرية، ثم ما يلبثون أن ينشغلوا بضغوط النشر، وكتابة طلبات المِنَح، والسعي وراء الحصول على وظيفة ثابتة، وتحقيق مزيد من الإنجازات المهنية الأخرى. تستطيع المشروعات الإنسانية، حتى الصغيرة منها، أن تساعد في تحقيق تلك الرغبة في تحسين أحوال العالم، التي تخفت وتضيع على درب الحياة.

كان هذا الشعور هو الذي ألهم لينوس بينجتسون ـ عالم الأوبئة بمعهد كارولينسكا في ستوكهولم ـ تأسيس منظمة إنسانية غير ربحية. يقول بينجتسون: «كل مَن يتعاملون مع مسألة الصحة العالمية يرغبون في أن يحققوا شيئًا ما في النهاية، ويشعر كثيرون أن الأبحاث النظرية ليست كافية». ففي عام 2008، شارك بينجتسون في تأسيس مؤسسة «فلومايندر» Flowminder، التي تستخدم البيانات الخاصة بمواقع الأشخاص من استطلاعات الرأي، والأقمار الصناعية، والهواتف المحمولة؛ بهدف وضع خريطة لتحديد مواقع الأشخاص في البلاد ذات الدخول المنخفضة والمتوسطة. ويمكن لتلك البيانات مساعدة المنظمات الخيرية والحكومات في توجيه المعونات، أو تَتَبُّع انتقال العدوى بالمرض. يمثِّل العلماء المتطوعون ما يقرب من نصف عدد العاملين في المنظمة، وباستطاعتهم إدماج الدراسات التي يقومون بإجرائها في أبحاثهم الخاصة، أما البقية الباقية من العاملين، فهُم أفراد الجهاز الإداري.

خبرات مطلوبة

هناك أنواع من الخبرة مطلوبة بشدة، ومِن بينها خبرات علماء الإحصاء لمعالجة الأرقام، وعلماء البيئة لتقييم التقارير الخاصة بالمخاطر، والأطباء لإجراء الفحوص، أو تقديم الرعاية الطبية. ويمكن للعلماء والمهندسين أيضًا الإسهام في مشروعات خارج تخصصاتهم المحددة. تقول هاريس: "هناك مهارات كثيرة جدًّا قابلة للنقل، وهناك طلب كبير على الأشخاص الذين يعرفون كيفية القيام بتنقية قواعد البيانات".

ربما يكون من بين عناصر العمل التطوعي الأكثر جاذبية في نظر الباحثين قدرتهم على أن يُحْدِثوا فارقًا ضخمًا في حياة الآخرين بسرعة أكبر مما يحدث في معظم المشروعات البحثية. فعلى سبيل المثال، ساعد عضو في برنامج «علماء تحت الطلب» بلدة تيماكابولين الصغيرة في المكسيك عندما واجهت خطر الفيضان، نتيجة لبناء أحد السدود. وقامت هاريس بالترتيب لعقد لقاء بين المحامين الممثلين للبلدة، ومهندس متخصص في الموارد المائية قام بتحليل السد المقترح، وحضور جلسات الاستماع العلنية، كما ساعد في تطوير خطة لخَفْض ارتفاع السد، وحماية البلدة. كذلك قامت منظمة «إحصاء بلا حدود» ـ وهي لجنة توعية تابعة للجمعية الأمريكية للإحصاء في الإسكندرية بولاية فيرجينيا ـ بتوفير المتطوعين اللازمين؛ لمساعدة نيبال على إعادة تنظيم بيانات التعداد السكاني الخاص بها في أعقاب الزلزال الذي ضرب البلاد في شهر إبريل من عام 2015. وقد أتاح جدول البيانات الجديد للعمال الميدانيين معرفة الأشخاص القاطنين في الأماكن التي زاروها. وقدَّمت منظمة «داتا كايند» DataKind ـ التي يقع مقرها الرئيس في مدينة نيويورك، وهي شبكة عالمية تضم متطوعين بارعين في التعامل مع البيانات ـ المساعدة لنظام رسائل الأزمات (Crisis Text Line) الكائن في الولايات المتحدة، وهو خط ساخن لمساعدة المراهقين. وقام متطوعو المنظمة بابتكار خوارزمية؛ لتحديد الرسائل الأكثر إلحاحًا، وترتيب الردود حسب الأولوية.

وبالنسبة إلى الباحثين الذين يمتلكون الوقت للسفر، أو الذين يمكنهم الجَمْع ما بين الأعمال التطوعية، ورحلات العمل، فإن العمل التطوعي الخارجي يُعَدّ من الخيارات المتاحة أمامهم. فقد قضت ماري جراي ـ خبيرة الإحصاء، والمحامية بالجامعة الأمريكية في واشنطن العاصمة ـ أسبوعين في فيجي في عام 2011، عندما أراد مسؤولو المستشفى المحلي هناك تقييم مدى كفاءة وفاعلية الرعاية الطبية لديهم. قامت جراي بتقديم دورة مكثفة في مجال الإحصاء للأطباء والمحامين، مما ساعدهم على عمل تلك التقييمات. تصف جراي ذلك بقولها: "في خلال أسبوع أو اثنين، يمكنك إنجاز الكثير من الأعمال، بل وتترك وراءك مرجعية وافية". أمّا هؤلاء الذين لا يستطيعون السفر، ففي الغالب يمكنهم العثور على فرص قريبة من بيوتهم. قام عالِم المناخ أندرو رايس ـ في جامعة ولاية بورتلاند في أوريجون ـ بتقديم المساعدة لمدينة يوجين، القريبة من محل سكنه، فيما يتعلق بالخطة التي وضعتها المدينة لخفْض انبعاثات الكربون، ضمن أحد مشروعات برنامج «تبادل من أجل أرض مزدهرة». قام رايس بدراسة النهج المستخدَم، والجوانب الرياضية التي زَوَّده بها أحد مسؤولي المدينة ومكتب استشاري بشأن الكمية المطلوب خفْضها من انبعاثات الكربون في المدينة. حضر رايس اجتماعًا لمجلس المدينة، وتحدَّث فيه عن الطريقة التي من خلالها توصَّل أعضاء الفريق إلى الأرقام والإحصائيات، والعلاقة بين تلك الأرقام، والتوقعات العالمية بخصوص تغير المناخ. وقد أقرَّت المدينة معدلًا مستهدَفًا لخفض الانبعاثات، بناء على المشروع في يوليو الماضي. وكم سُرَّ رايس لمعرفته أن مهاراته العلمية كان لها تأثير مباشر. تقول أودو جاما ـ مديرة برنامج «تبادل» ـ إن المدن تُقدِّر مثل هذه الإسهامات غير مدفوعة الأجر من جانب خبراء ينتمون إلى طرف ثالث.

يمكن للعمل التطوعي أيضًا أن يوسع من نطاق مجموعة المهارات التي يمتلكها المرء، فالمتطوعون يحصلون على قدر من الخبرة في إدارة المشروعات، ويتعلمون كيفية التعامل مع العملاء الذين ينتمون إلى خلفيات ثقافية مختلفة. كذلك يُعَدّ العمل الجماعي بالأخص من الجوانب المهمة في مشروعات النفع العام. تقول أودو جاما: "لا بد أن تكون مستعدًّا للإصغاء. إننا نشدد على هذا الأمر أكثر من أي شيء آخر".



EPA B.V./ALAMY STOCK PHOTO

أسهَم متطوعون في رصد أوضاع الناجين من زلزال نيبال في عام 2015.

دَفْعَة قوية لمستقبلك المهني

يمكن للعمل التطوعي أيضًا أن يساعد المرء في حياته المهنية، فقد يكتسب العلماء الصغار والطلاب خبرات يمكنهم إضافتها إلى سِيَرهم الذاتية، وقد يتمكن الباحثون من نشر الأعمال التي قاموا بها، أو يقومون بإدماجها في مشروعاتهم الراهنة. وتخطط آشلي كولبير ـ طالبة الدراسات العليا في الهندسة البيئية بجامعة كولورادو بولدر ـ لإدراج عملها التطوعي في رسالتها حول مراقبة جودة الهواء بتكلفة منخفضة. تعاونت كولبير ـ من خلال برنامج «تبادل» ـ مع جماعة لخدمة المجتمع في دنفر بكولورادو، كانت مهتمة بالتلوث الناتج عن البيركلوروإيثيلين، وهي مادة كيميائية تُستخدم في التنظيف الجاف. قامت كولبير ومتعاونون آخرون بفحص المنازل؛ للتأكد من وجود مادة البيركلوروإيثيلين، وكذلك غاز الرادون. لم يرصد الفريق وجود مستويات مقلقة من البيركلوروإيثيلين، ولكنه اكتشف غاز الرادون بمعدلات زائدة في 12 منزلًا من بين 15 تم فحصها. وتخطِّط كولبير في الوقت الراهن ـ بمصاحبة جماعة خدمة المجتمع المعروفة باسم «الاهتمام بصحة الجوار» Taking Neighborhood Health to Heart ـ لابتكار بعض الوسائل المطلوبة لتوعية قاطني تلك المنازل بشأن غاز الرادون، وكيف يمكنهم تهيئة منازلهم لحماية أنفسهم.

بمقدور العلماء المتعاونين مع مؤسسة «فلومايندر» توفيق أبحاثهم، بحيث تناسب احتياجات الناس بصورة أفضل، حسب ما يقول بينجتسون. فقد دخل باحثو «فلومايندر» في مشروع تعاوني مع أحد مشغلي خدمة الهاتف المحمول في نيبال؛ من أجل وضع خريطة تحدِّد كيف كان الناس يتنقلون عبر أنحاء البلاد، بعد الزلزال الذي وقع في عام 2015؛ وتوصلوا إلى بيانات أثبتت فائدتها لمنظمات الإغاثة. وفي المقابل، أسفر ذلك الجهد عن بحث تم نشره لهؤلاء الباحثين R. Wilson *et al*. *PLoS Curr*. *Disasters* http://doi.org/) .(brbp; 2016

وجدت ستيفاني هوريون، باحثة ما بعد الدكتوراة بجامعة كوبنهاجن ـ التي تدرس التغير البيئي العالمي، ورصد الأرض ـ أن أحد مشروعات برنامج «تبادل» قد لفت انتباهها إلى مصدر تستخدمه حاليًّا في بحثها. فقد طلب منها البرنامج مساعدة مركز وشبكة البيئة الإقليمية بالقرن الأفريقي، وهي جماعة في العاصمة الإثيوبية أديس أبابا، تقوم بالترويج للتنمية المستدامة والقضايا البيئية. أراد برنامج «تبادل» فَهْم كيفية استخدام سكان إحدى المناطق المحيطة ببحيرة زيواي للمياه. كان البرنامج قد وَظَّف بالفعل شخصًا لتصميم نموذج لاستخدام المياه ومتطلباته، ولكن القائمين على البرنامج رغبوا أيضًا في الحصول على خرائط إضافية، عن طريق القمر الصناعي. تواصلت هوريون مع شبكة معارفها من العلماء؛ لإيجاد الخرائط المطلوبة، وفي أثناء تلك العملية تمكنَتْ من الوصول إلى خرائط جديدة للحياة النباتية، تستخدمها هوريون حاليًّا في إجراء تحليلاتها الخاصة بالتغيرات التي تصيب النظم الإيكولوجية.

«تتاح لك الفرصة للتواصل مع أولئك الأشخاص الرائعين، والتعرف على أفكارهم».

ويمكن أن يصبح إنشاء شبكة علاقات أثناء القيام بالعمل التطوعي ميزةً مهمة في مستقبل الفرد المهني. يتبادل سامارث بهارجاف ـ مهندس البرمجيات بشركة «إنفرليتيكس» في بنجالورو بالهند ـ أطراف الحديث مع غيره من خبراء البيانات أثناء الفعاليات والأحداث التي تنظِّمها «داتا كايند». يقول: "تتاح لك الفرصة للتواصل مع أولئك الأشخاص الرائعين، والتعرف على أفكارهم". وفي المشروع الذي يقوم به بهارجاف ـ برعاية «داتا كايند»، لمساعدة إحدى المنظمات غير الحكومية في معالجة الشكاوى الواردة عن طريق الإنترنت، والتنبؤ بالمشكلات المستقبلية (مثل استقبال سيل من الرسائل بشأن مجاري الصرف التي تفيض بالمياه، والتي ربما تنذر بحدوث فيضانات عندما تهب الرياح الموسمية) ـ تَعَلَّم بهارجاف الكثير من المعلومات عن التخطيط العمراني والعمليات الحكومية.

إعداد متأنٍّ

ربما تكون هناك بعض العقبات، وبخاصة إذا كانت المنظمات غير الربحية أو العلماء المتعاونون معها لا يتواصلون بشكل جيد منذ البداية (انظر: «أسئلة مقترحة»). وربما لا تتمكن المنظمات من فهْم حدود ما يستطيع العلماء تقديمه، إذا لم تكن تلك الحدود مذكورة بشكل واضح. تتذكر هاريس إحدى المنظمات غير الربحية، التي طلبت من أحد المتطوعين من برنامج «علماء تحت الطلب» أن يقوم بتصميم استطلاع رأي، وبالفعل أَتَمَّه العالِم، ولكنْ عندما سألت المنظمةُ المشار إليها العالِمَ عن كيفية توزيع الاستطلاع، لم يكن بمقدوره القيام بذلك، ومن ثم أصيب كلا الطرفين بالإحباط.

تُحَذِّر هاريس أيضًا من أن المنظمات غير الربحية غالبًا ما تضطر إلى إعادة ترتيب أولوياتها في عجلة، مما قد يدفع ببعض المشروعات إلى مؤخرة اهتماماتها، نتيجة لحدوث تغيرات سياسية في البلد المضيف، أو وقوع أحداث طارئة، مثل موجات التسونامي. وعلى العلماء أن يتفهموا مثل هذه الأمور، وأن يضعوا في اعتبارهم أيضًا أن الحلول التي يقترحونها قد لا تُستخدم.

وربما يضطر الباحثون إلى تحمُّل بعض النفقات بأنفسهم. فعندما ذهبت جراي إلى فيجي، قامت بحجز تذكرة الطيران على نفقتها الخاصة. ووفقًا لتقدير سميث، فإنها تنفق ما يقرب من 2,000 جنيه إسترليني (ما يعادل 2,600 دولار أمريكي) سنويًّا على رسوم القيد كطبيبة معالِجة، ورسوم تأمين المسؤولية المهنية، والسفر من وإلى لندن؛ للعمل مع جمعية «التحرر من التعذيب». وينبغي على المتطوعين أن يكونوا واقعيين بشأن الوقت الذي يمكنهم العمل خلاله. وهناك مَن يقول إنه سوف يكون من الأسهل التطوع لفترات طويلة عندما يُحال المرء إلى التقاعد، أو عندما يُثبِّت نفسه في وظيفته، وهناك آخرون يرون أنه لا يوجد سبب يمنع مِن بدء العمل التطوعي في وقت مبكر، فمثلا تُعَدّ شهور الصيف، أو الشهور الفاصلة بين الفصول الدراسية ـ عندما تتناقص المسؤوليات الأكاديمية ـ أوقاتًا جيدة. يقول رايس: "ينبغي على المرء التفكير في هذه المسائل في مرحلة الدراسات العليا، على الأقل؛ كأنْ يفكر مثلًا في التطبيقات المجتمعية لأبحاثه".

تختلف الخبرة المطلوبة باختلاف المنظمة. فعلى سبيل المثال، يبحث برنامج «علماء تحت الطلب» عن متطوعين حاصلين على درجة الماجستير على الأقل، إضافة إلى خبرة لمدة عامين في مجال تخصصهم. أمّا منظمة «إحصاء بلا حدود»، فتسمح لأي شخص بالانضمام إليها، بغضّ النظر عن مستواه التعليمي، أو خبرته. كذلك تزيد مهارات الإلمام بلغة أجنبية من جاذبية المتطوع، حسب قول هاريس. وإضافة إلى ذلك، قد يتمكن بعض الأساتذة من دفع طلابهم إلى المشاركة في المشروعات التطوعية، وهذا من شأنه تمكين العلماء الأصغر سنًّا من اكتساب خبرة في العمل التطوعي.

ولا يُعَدّ قبول المرء من عدمه العائق الوحيد أمام النجاح في العمل التطوعي. ولذا ينبغي على الباحثين ـ كما يرى بينجتسون ـ التأكد من أن المنظمة أو المشروع سوف يحقق الفائدة المرجوة للأشخاص المحتاجين إلى المساعدة. ففي «الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم» تدرس هاريس المنظمات غير الربحية، من خلال فحص إنجازاتها الماضية، والتواصل مع المحكِّمين مثل نظرائها من الباحثين في منظمات خيرية أخرى. كذلك يمكن للعلماء التحري عن شريك محتمَل في المستقبل، من خلال استعراض التقارير الخاصة بالمنظمة، ومن خلال الاطلاع على مواقع الإنترنت، مثل موقع Charity Navigator، أو GuideStar اللذَين يقدمان معلومات وتقييمات بخصوص الجمعيات الخيرية والمنظمات غير الربحية. وبعد ذلك.. لا يتبقى سوى الاختيار. ووفقًا لنصيحة بينجتسون: "اختر ما يثير اهتمامك، واستفتِ قلبك". ■

آمبر دانس كاتبة مستقلة، تقيم في لوس أنجلوس بولاية كاليفورنيا.

الاستعداد للتطوع
أسئلة مقترَحة

عندما تكون بصدد البحث عن عمل تطوعي، أو الاستعداد له، من المهم أن تتواصل مع المؤسسة الخيرية بشأن التوقعات التي ينتظرها كل طرف منكما من الآخر، وأن تضع خطة واضحة، ربما في صيغة عَقْد، إنْ أمكن. وتنصحك ميريام يانج ـ رئيس قسم الاتصالات والثقافة بمنظمة «داتا كايند» غير الربحية، التي تعمل في مجال البيانات في مدينة نيويورك ـ بأن "تتعامل مع إسهامك الذي تقدِّمه بدون مقابل كما لو كنت تتعامل بالضبط مع عمل مدفوع الأجر".

وفيما يلي بعض الأسئلة التي يمكن طرحها على المنظمات غير الربحية، وعلى نفسك أيضًا، قبل أن تضع توقيعك بالموافقة على المشارَكة في العمل التطوعي:

- هل هذه منظمة لحقوق الإنسان ذات مصداقية؟ وما أهدافها؟
- كم من الوقت سأمضي في هذا المشروع؟ وما مدى أهميته، وكم من الوقت سيستغرق؟
- ما المنجزات المطلوبة منّي؟
- كم تبلغ ميزانية المشروع؟ وما التكاليف التي سيتحتم عليّ تحمُّلها؟
- هل هناك بيانات سرية مطلوب حمايتها، ومَن سيكون مخوَّلًا له الوصول إليها؟
- هل ينبغي عليَّ القيام بأي شيء؛ لضمان أن تكون النتائج مقبولة في المحكمة؟
- هل سيكون هناك أي نوع من تضارب المصالح مع وظيفتي الحالية، أو السابقة؟
- هل أحتاج إلى عمل أي نوع من أنواع التأمين، مثل تأمين المسؤولية، أو تكاليف السفر؟
- كيف ستستخدِم المنظمة غير الربحية هذه النتائج؟
- مَن يمتلك العيِّنات والبيانات؟ وهل يمكنني نشر النتائج؟
- هل سيكون لزامًا عليَّ الإدلاء بشهادتي في المحكمة؟ أو التحدث إلى وسائل الإعلام؟
- كيف ستحميني المنظمة؟

لمزيد من التوجيهات، انظر: «مشروعات حقوق الإنسان: توجيهات إرشادية للعلماء ومنظمات حقوق الإنسان» Human Rights Projects: Guidelines for Scientists and Human Rights Organizations (الجمعية الأمريكية لتطوير العلوم، 2012)، متاحة على: go.nature.com/2d7dtxg). **آمبر دانس**

حديث المهن
شخصية معملية



اكتسبَتْ ستيفاني ماركيز فيليندرر ـ بصفتها باحثة دراسات عليا، وباحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة ـ مجموعة من المهارات المعملية، وهي الآن تعمل في «أكسوجين» AxoGen، وهي شركة للتقنية الطبية، تقع في ألاتشوا بولاية فلوريدا.

كيف أعددتِ نفسكِ للمقابلة الشخصية للوظيفة؟

قرأتُ الوصف الوظيفي، وتعرفتُ على المهارات المطلوبة، وتحدثت عن أسباب ملاءمتي للوظيفة. وحتى لو لم أكتب وثائق تنظيمية سابقًا، فيمكنني القول إنني كتبتُ طلبات مِنَح، بدلًا من قول إنه ليس لديَّ أي فكرة عن هذه الأمور.

لماذا اختارتكِ الشركةُ التي تعملين فيها حاليًّا؟

كانوا يبحثون عن شخص يمكنه عمل شتى أنواع التجارب، والمساعدة في كتابة البروتوكولات، والتنسيق بين الجامعات. ورغم أنني لم أكن ملمة بكل ذلك، إلا أنني أثبتُّ قدرتي على تعلُّم العديد من المناهج الجديدة في مرحلة ما بعد الدكتوراة، وكانت لديَّ بالفعل خبرات إدارية في التنسيق بين 10-15 شخصًا غالبًا ما كانوا طلابًا جامعيين. والآن، أعمل في «أكسوجين» عن كثب مع الطلاب والباحثين، حيث أساعدهم على اختيار وتنظيم التجارب التي يحتاجون إلى إجرائها، وتحديد الكواشف التي يحتاجون إلى شرائها.

هل كنتِ تتمنين لو أنكِ فعلتِ شيئًا مختلفًا أثناء فترة تدرُّبك؟

وجدتُ مختبرًا ـ أثناء فترة دراساتي العليا ـ أثار اهتمامي أكثر من كونه ينشر العديد من الأبحاث، أو يتمتع بالكثير من التمويل، وهو ما كان ينبغي السؤال عنه عندما كنتُ بصدد اختيار المختبَر الذي سأتدرَّب فيه، كما أن هناك مسألة مهمة يجب السؤال عنها بخصوص المرشدين المحتمَلين، وهي قَدْر مشاركتهم في المؤتمرات، فأنا لم أحضر مؤتمرًا واحدًا خارج جامعة فلوريدا أثناء أبحاث ما بعد الدكتوراة، مما قَلَّص من فرصي في العثور على الوظيفة المناسبة بالسرعة الكافية، لأنه لم يكن لديَّ معارف في مجال الصناعة.

كيف يمكن للباحثين المتدربين الاستعداد جيدًا من أجل البحث عن وظيفة؟

لا أندم على دراسات ما بعد الدكتوراة التي قمتُ بها، ولكنني أود لو كانت قد أُتيحت لي فرص مختلفة. لدينا هنا بعض المتدربين الذين يكتسبون الخبرات اللازمة التي ستجعلهم يتمتعون بمميزات تنافسية، إذا قرروا البحث عن وظيفة في مجال الصناعة، في حين أن ذلك لم يكن متاحًا لي، فما كان يؤخِّرني هو نقص الخبرة في الحقل الصناعي؛ ولذا، وجدتُ صعوبات في وضع قدمي على أول الطريق.

JOSEPH E. VILENDRER

أجرت المقابلة مونيا بيكر

تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والتوضيح.

وللمزيد.. انظر: go.nature.com/2dbh9u8.

الشيء الأكثر أهمية

لا بد أن تتذكر هذا...

ماريسا لينجين

ما هو الحدث الأهم في عام 2048؟

ج1: عام 2048؟ هذا هو العام الذي اكتشف فيه العلماء علاج إنفلونزا الدجاج البري. لا أعلم ما كان يمكن أن يحل بالطيور الداجنة، لو لم يتم اكتشاف هذا العلاج؛ ربما كان المرض سيتفشى في سائر الطيور البرية، مثلما حدث مع إنفلونزا الديك الرومي. لذلك، وفي ظل عدم توافر طيور أخرى بديلة... لا أحب التفكير في الافتراضات. كنا سنواجه عواقب وخيمة، لكننا نجحنا في تفادي الكارثة.

ج2: بداية عرض سلسلة أفلام، عنوانها: «طيارو حرب النجوم الآليون» *Star Wars Droid Pilots*. لقد أمضيتُ عقدًا كاملًا من حياتي في متابعة هذه السلسلة الرائعة يا رجل! لكنّ الإنتاج الأول لم يتم إلا بحلول عام 2049. ولذا.. ففي عام 2048، كنت لا أزال أتابع خدع سلسلة أفلام، عنوانها: «صائدو الأشباح» *Ghostbusters*.

ج3: في عام 2048، وُلدت لوريلي. في البداية، كان لون جلدها شمعيًّا بدرجة كبيرة، ولم يكن أحمر، كما يُفترض في طفل حديث الولادة. كما أنها لم تبك لفترة طويلة، بل بضع دقائق فقط. بعد ذلك، تنفست قليلًا، ثم أصدرت تلك الصرخة المكتومة القصيرة؛ فعلمتُ أنها ستكون بحالة جيدة. لا أستطيع التفكير في شيء آخر يمكن أن يكون أهمّ من لوريلي.

ج4: أجل، أعلمُ، بإمكانك استخدام أحد التطبيقات التي تقدِّم لك العناوين العريضة الخاصة بعام 2048. بإمكانك البحث عنها من خلال جهازك الآن، أو... انتظر، سأبحث في برنامج social hub الخاص بي. أراهن على أنهم سيُجِيبون عن سؤالك. حصلت على 40 إجابة مصنفة ... لحظة ... إنها مقسمة إلى ثلاثة موضوعات رئيسة.

ج5: اكتشاف الكائنات أحادية الخلية، الموجودة على سطح أوروبا، الحدث الأبرز في عام 2048. لقد عملنا عشر سنوات أخرى على هذه الكائنات، ومرَّت علينا فيها أوقات عصيبة، تَوَقَّف فيها تدفُّق البيانات، ولكنْ كانت البيانات المتاحة لدينا كافية لمواصلة العمل. بالطبع، كنا نأكل بالكاد، لكنْ مَن يعبأ بذلك؟ أوروبا! لا أحد يمكنه تقديم إجابة أخرى. هذا هو ما يعنيه عام 2048.

ج6: إنه الزلزال الذي ضرب الأرجنتين، أليس كذلك؟ لم أكن أعرف أحدًا هناك، لكنه أَرَّخ لبداية توحيد الجنوب. أعتقد أن هذا مهمّ للغاية. لا أقصد أنه مهمّ لي أنا شخصيًّا، فأنا لا أعرف الكثير عن هذه الأمور. بالنسبة لي، ربما كان الحدث الأهمّ هو اشتغالي بصناعة «المَكرمِيّات»، وإقناع ابنة عمي بتَرْك بات شميدت اللعين. قد لا تعبأ حتى بمعرفة هذه الأحداث، لكنني أحاول أن أوازِن بين الأمور، ولا أسمح للعالم الكبير بالتغوُّل إلى عالمي الخاص.

ج7: انفصال الكنيسة اللوثرية التابعة لمجمع جيفرسون الكنسي عن الكنيسة اللوثرية التابعة لمجمع ميسوري الكنسي. لقد كان هذا الانفصال المتعلق بنظام الإدارة داخل الكنيسة هو القضية الأبرز في زماننا. يا إلهي! لا أصدق أنَّك تسأل سؤالًا كهذا. في الواقع أنت لا تسأل بغرض السؤال؛ وإنما فقط تريد أن تعرف ما إذا كنت أذكر العام بالتحديد، أم لا. بالطبع أذكره. كان ذلك عام 2048.

ج8: تناول الدجاج المكسيكي المحشو بنبات لسان الحمل في مطعم «بيريز». إجابة وافية.. أليس كذلك؟ لقد حاول الجميع ـ دون استثناء، ومِن بينهم أنا ـ تقليد الوصفة. لا يوجد شيء يشبهه مع الجعة في ليالي الصيف، ولا بأس به في الشتاء أيضًا. أعتقدُ أنني لم أتناول شيئًا آخر على مدار أسابيع في شهر يونيو من ذلك العام. كان هذا الخليط من الفلفل الإفرنجي ينبعث في الغالب من مسام جسمي. ستخبرك زوجتي أن عام 2048 هو العام الذي كانت تفوح فيه مِنِّي رائحة الفلفل الإفرنجي، ولم أتوقف عن محاولة تمييز نوع الفلفل.

ج9: عندما مات أبي في عام 2048، لم يكن باستطاعتنا ترك أمي في المنزل. لذا قضينا ذلك العام بأكمله في نَقْلها إلى شقة أخرى. وبعد ذلك يمكنك أن تخمِّن ما آلت إليه الأمور في غضون سنوات قليلة. لقد ذهبَتْ كل جهودنا أدراج الرياح. يا إلهي! يا له مِن عقد! يمكنك أن تسأل أيضًا: ما هو وقتك المفضل الذي أصبت فيه بالتهاب الأذن؟ أمّا إذا كان السؤال: ما هو الحدث الأبرز في عام 2048؟ ربّاه، اختر ما شئت.

ج10: في ذلك العام، تخرجَتْ أختي جانيس في الجامعة. كانت آخِر مَن تَخَرَّج في أسرتنا. لم يكن بإمكاننا تحمُّل مصاريف تعليم أي فرد آخر لفترة من الزمن. كان ذلك قبل تحسُّن أوضاعنا الاقتصادية (أنت تعرف التفاصيل كاملة)، لكنْ من أجل جانيس، تعاوَنَ أفراد أسرتي وأعمامي وعماتي؛ لتتمكن جانيس من الحصول على درجة بكالوريوس في الصيدلة. وكما توقعت، آتت هذه الجهود ثمارها. ورغم كراهية جانيس لذلك، إلّا أن أحدًا لم يعبأ برأيها في ذلك الوقت. يا إلهي، لقد كانت حفلة كبيرة؛ أمضينا عدة أيام في إعداد الطعام لمناسبة تخرُّجها. كنتُ أشعر بالغيرة، إلى جانب مشاعر أخرى داهمتني، لكنني أفتقدها الآن.

ج11: كان ذلك هو العام الذي شهد إعادة توطين حيوان الدنجو، أليس كذلك؟ أعتقد أنه هو. أعتقد أن موجة شديدة الحرارة ضربت أستراليا في ذلك العام، واضطر الأستراليون إلى الشروع في نقل الحيوانات. وبدأوا بحيوان الدنجو، اعتقادًا منهم بأن الناس سيألفونه بصورة كبيرة، ربما لأنه يشبه الكلاب الصغيرة. يا إلهي! يصاب الناس بالغباء في بعض الأحيان. لن أدخل معك في رهان على ذلك. لم يُنقَل حيوان الكنغر حتى عام 2050، أليس كذلك؟ أو ربما نُقِل في عام 2048. سوف أبحث عن هذه المعلومة، فهل تُرى يمكنني ذلك؟ حسنًا.. هي لديك بالفعل. حسنًا.. شكرًا لك.

ج12: تريد مني أن أقول "انتخاب الرئيس بانكس"، أليس كذلك؟ بسبب إنتاج قنابل النانو؟ تلك هي الإجابة التي تتطلع إليها. أراهن على أن الجميع في هذه المدينة يقولون إن انتخاب الرئيس بانكس هو الحدث الأهم في عام 2048. اسمع، لقد اقتنيت رَشًّا جديدًا لمقاومة صدأ القمح، وأثبت فاعلية في مقاومته لمدة ثلاث سنوات أخرى. كما اقْتَنَى روب آلة حصد جديدة. كان ذلك في عام 2048؛ بما يعني أننا كنا في حالة جيدة عندما بدأ إنتاج قنابل النانو. كنا قادرين على الصمود، قبل أن ينقلب كل شيء رأسًا على عقب مرة ثانية. لن تسمع مِنِّي الإجابة التي تريدها، حسنًا؟ ليست الأمور دائمًا كما تعتقد. يمكن لأي شخص آخر أن يقول: "انتخاب الرئيس بانكس". لا أهتم بذلك. سأكون الشخص الوحيد الذي لا يردد هذه الإجابة؛ فأحيانا تكون آلة الحصد هي الأهمّ. ■

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

ماريسا لينجين نشرت أكثر من 100 قصة قصيرة من خلال مواقع عديدة، مثل *Analog*، و*Lightspeed*، و *Tor.com*.



ILLUSTRATION BY JACEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

استثمار البحث في الصناعة



www.kacst.edu.sa